This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

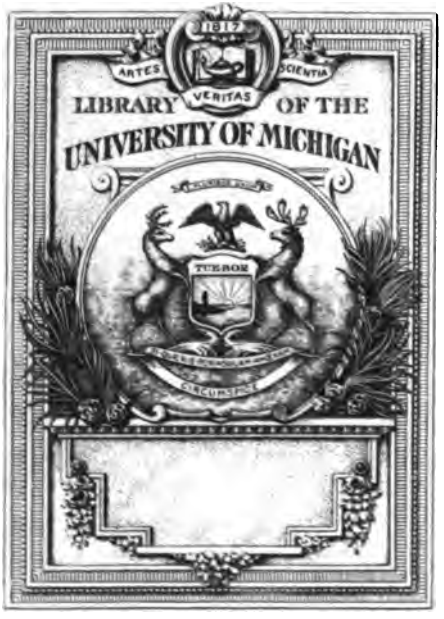
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

A 446656 DUPL



RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
United States
Library of Congress

UF
1
.R45

REVUE

D'ARTILLERIE

REVUE

D'ARTILLERIE

ORDNANCE DEPARTMENT
U.S.

REVUE
D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

DEUXIÈME ANNÉE

—

TOME III

(Octobre 1873 — Mars 1874)

BERGER-LEVRAULT et Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE JEAN-LAMOUR, 11

1874

Library of Congress
By transfer from
War Department.

OCT 15 1940

LIBRARY OF CONGRESS
APR 20 1941
DUPLICATE
EXCHANGE

UNITED STATES
LIBRARY OF CONGRESS

MAY 19 '41

SUR LE TIR PLONGEANT CONTRE LES MAÇONNERIES

EXÉCUTÉ AVEC LE CANON DE 15e COURT AU SIÉGE DE STRASBOURG

par le lieutenant-général DE DECKER,
Inspecteur du 1er arrondissement d'artillerie.

(Traduit de l'allemand par A. COLLET-MEYGRET, capitaine d'artillerie) (1).

Depuis plusieurs années, le tir plongeant avait été, de la part de l'artillerie prussienne, l'objet des études les plus approfondies : ces études devaient recevoir leur première application sérieuse dans la guerre contre la France, au siége de Strasbourg.

Quoique les tirs d'expériences et d'exercices justifiassent les plus brillantes espérances, il ne manquait pas de voix très-autorisées pour mettre en doute les succès auxquels le tir plongeant était appelé dans la pratique de la guerre : non-seulement les résultats atteints devant Strasbourg ont répondu aux espérances qu'on avait conçues, mais ils ont encore mis en pleine lumière tous les avantages de ce genre de tir et répondu d'une façon péremptoire à ses détracteurs.

Dès 1864, on avait appelé l'attention sur la nécessité où l'on serait fréquemment à l'avenir de recourir au tir plongeant, et on s'était demandé en même temps s'il ne serait pas opportun d'adopter un canon rayé de 15 centimètres, relativement court et léger, qui fût spécialement approprié au tir à faibles charges.

Cette question occasionna des recherches très-étendues qui durèrent jusqu'à la fin de 1869 : elles aboutirent à cette conclusion, qu'en principe, la pièce de 15c courte devait être considérée comme la bouche à feu type pour le tir plongeant, et son introduction définitive dans le ma-

(1) Cette Notice a été publiée à Berlin, par la librairie Mittler. (*Mittheilungen über die Anwendung des indirecten Schusses aus den kurzen 15cm Kanonen zum Zerstören von Mauerwerk bei der Belagerung von Strasburg im Jahre 1870* von v. Decker, General-Lieutenant. Berlin, Mittler und Sohn.)

tériel de l'attaque et de la défense des places fut ordonnée en février 1870.

Les détails de construction de la pièce ne seraient pas ici à leur place : nous les considérerons comme suffisamment connus par l'*Esquisse historique sur les développements successifs du canon de* 15^{c} *court* (1), et nous nous contenterons de dire quelques mots des projectiles et des affûts.

La nouvelle bouche à feu tire l'obus allongé (*Langgranate*), inventé pour elle par le capitaine Müller. Ce projectile, qui pèse de 28 à 29 kil., n'est pas beaucoup plus lourd que l'obus ordinaire emplombé, mais il contient une charge plus que double, s'élevant en moyenne à 2 kil.

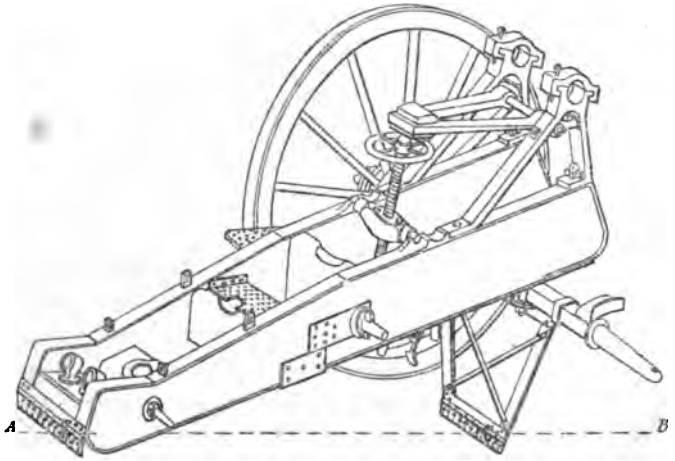
En ce qui concerne les affûts, dont nous considérerons aussi la construction comme connue, nous ferons seulement observer que ceux dont on s'est servi devant Strasbourg n'étaient pas encore munis de l'appareil de *pointage indirect* (2), dont les échelles graduées permettent :

---

(1) *Historische Skizze über die Entwickelung der kurzen 15^{cm} Kanone.* Berlin, Mittler und Sohn.

(2) Cet appareil se compose :

1° D'un cadre trapézoïdal en fer assujetti à l'essieu à l'aide de brides; sous le côté



inférieur et parallèlement à ce côté, est fixée une planchette de laiton graduée. Quand le cadre est abaissé, la planchette touche la plate-forme; quand on ne s'en sert plus, on le relève et on l'accroche à des pitons fixés sous les flasques;

1° De maintenir, avec une exactitude parfaite et sans nouveau pointage, une ligne de visée une fois fixée;

2° De faire varier latéralement le point de chute, pour toutes les distances, comme on peut le faire actuellement, en déplaçant horizontalement le point de départ de la ligne de visée.

L'emploi du nouvel appareil exclut presque complétement les erreurs de pointage et rend l'exécution de la bouche à feu indépendante des influences extérieures, éclairement, etc., à ce point que la direction peut, même la nuit, être donnée avec certitude.

Quand la guerre éclata, il n'y avait pas encore de canons de 15^{c} courts prêts à être mis en service; un petit nombre seulement d'entre eux, destinés à remplacer les obusiers et les canons à bombe dans les équipages de siége, se trouvaient en cours d'exécution. On hâta tellement les travaux que 12 des nouvelles pièces, convenablement approvisionnées, furent expédiées, dès le 31 août, de Spandau au corps de siége qui opérait devant Strasbourg. Le 3 septembre elles arrivaient au parc de Vendenheim et, dès le 7, un certain nombre d'entre elles entraient en action contre la place.

Les canons de 15^{c} courts étant surtout destinés au tir plongeant et n'ayant qu'un approvisionnement très-restreint, on dut renoncer à les employer pour les opérations ordinaires de la guerre de siége; aussi ne s'en servit-on, pour combattre l'artillerie ennemie, que dans des circons-

---

2° D'une planchette identique à celle dont on vient de parler, comme forme et comme graduation. Elle est fixée à la face de derrière de l'entretoise de crosse, et, quand elle est rabattue, elle est, comme la précédente, en contact avec la plate-forme; on peut, à l'aide d'un crochet à ressort, la relever en dessus en l'appliquant contre l'entretoise.

Pour se servir de cet appareil, on opère de la manière suivante : Le tir une fois réglé convenablement au moyen d'observations directes, on note la différence qui existe entre les graduations des deux planchettes, les lectures étant faites depuis le zéro jusqu'à la directrice AB tracée sur la plate-forme. Dans tous les tirs qui suivront, il suffira, pour pointer la bouche à feu, de lire la graduation de la planchette antérieure qui correspond à la directrice, et de faire mouvoir ensuite la crosse à droite ou à gauche, de manière que la différence entre les graduations des deux planchettes soit égale à celle qu'on a dû noter précédemment.

La graduation des deux planchettes est arbitraire; dans l'artillerie prussienne les divisions principales sont distantes de 40^{mm}; cet intervalle est subdivisé en 16 parties égales. (*Note de la Rédaction.*)

tances tout à fait particulières. Leur rôle consista, avant tout, à accomplir les différentes tâches qui nécessitaient l'emploi du tir plongeant.

La démolition du réduit de la lunette 44 (lunette du chemin de fer) et le tir en brèche à grandes distances, tels furent les buts principaux assignés à leur action.

Il nous reste à ajouter encore qu'en envoyant devant Strasbourg ces 12 canons de 15^{c}, on mettait en même temps à la disposition du commandant en chef de l'artillerie le capitaine Müller, de la 2e brigade d'artillerie, aujourd'hui attaché à l'inspection générale de l'arme.

Cet officier était l'auteur du rapport fait à la Commission d'expériences sur les *Essais des canons de 15^{c} courts;* il avait lui-même présidé à la construction de ces pièces et, par suite, il connaissait à fond leurs propriétés particulières et l'usage spécial qu'on en pouvait faire; aussi le commandant de l'artillerie le chargea-t-il d'en diriger l'emploi dans les batteries de l'attaque destinées à recevoir cet armement. C'est à la grande habitude du tir que le capitaine Müller avait acquise à la Commission d'expériences, à l'étendue de ses connaissances techniques, enfin à l'habileté avec laquelle il sut employer ses pièces et diriger leur feu, qu'il faut attribuer les brillants résultats obtenus avec des canons dont l'usage était encore inconnu des autres officiers de l'arme.

Le capitaine Müller a été un des premiers officiers d'artillerie décorés de la Croix de fer pour leurs services devant Strasbourg.

Les détails qui vont suivre sont pour la plupart empruntés à ses rapports spéciaux.

I. DÉMOLITION DU RÉDUIT DE LA LUNETTE 44.
(Pl. I.) [1]

La lunette 44 et son réduit gênaient beaucoup les che-

[1] Les cotes indiquées dans le texte ne sont pas toujours d'accord avec celles qui sont inscrites sur les planches; les premières, en effet, résultent des renseignements incomplets que l'assiégeant avait pu se procurer, les secondes proviennent de levers faits après la prise de la place. (*Note de la Rédaction.*)

minements en avant de la première parallèle : plusieurs sorties avaient eu lieu sous la protection de ces ouvrages, d'où l'on pouvait en outre prendre d'enfilade les travaux ultérieurs de l'attaque. Les enlever de vive force ne paraissait pas possible, eu égard aux conditions dans lesquelles ils étaient construits (escarpe revêtue et mur de gorge) ; on ne pouvait pas davantage songer à en faire l'objet d'une attaque en règle, qui aurait absorbé des ressources et des forces considérables et retardé, d'une façon très-regrettable, les progrès de l'attaque principale. En conséquence, l'artillerie reçut la mission de rendre intenable la lunette et son réduit et de les mettre ainsi hors d'état de nuire.

Déjà ces ouvrages avaient été vigoureusement battus, on peut même dire inondés de projectiles par plusieurs batteries de la première parallèle, mais on n'avait atteint ainsi aucun résultat sérieux ; l'artillerie ennemie, qui se taisait de temps á autre, qui semblait même par instants réduite au silence, ne tardait pas à reprendre son feu.

Quelques observateurs à l'imagination ardente prétendirent, il est vrai, à diverses reprises, avoir constaté que la lunette 44 était abandonnée et qu'on pouvait l'occuper sur-le-champ ; mais les reconnaissances qu'on envoyait alors venaient toujours démontrer le contraire.

L'arrivée des canons de 15^{c} courts et celle des deux mortiers rayés, annoncés en même temps, vint fournir les moyens de prendre une vigoureuse offensive contre la lunette et de remplir, dans toute son étendue, la tâche imposée à l'artillerie.

La batterie de mortiers n° 5 fut transformée en une batterie de canons, dans la nuit du 6 au 7 septembre, et armée de 4 pièces de 15^{c} courtes ; elle eut pour mission principale de battre la lunette 44 et de démolir le réduit établi à l'intérieur.

La direction supérieure du feu, qui commença le 7 sep-

tembre au matin, fut confiée, comme on l'a déjà dit, au capitaine Müller.

Les deux mortiers de 21^{c} furent établis, pendant la nuit du 7 au 8, dans la batterie n° 35, spécialement construite pour eux; ils ouvrirent leur feu contre la lunette 44 le 8, à 9 heures du matin; mais ils ne le continuèrent pas au delà de la journée du 9 et furent dirigés, à partir de ce moment-là, contre les bastions 11 et 12. Ces deux mortiers coopérèrent donc à la démolition du réduit et une partie du résultat doit, en tout cas, leur être attribuée; mais l'examen détaillé du rôle qu'il convient de leur assigner dans cette circonstance, ne peut trouver ici sa place et doit être réservé pour une discussion spéciale. Dans cet écrit, nous n'avons en vue que l'étude du tir plongeant des canons de 15^{c} courts.

On savait, par les rapports et les plans qu'on avait à sa disposition, que la lunette 44, située à 300 pas (226 mètres) environ des deux ouvrages à cornes établis en avant des fronts nord-ouest de Strasbourg, se composait de deux faces et de deux flancs très-courts, protégés par un fossé sec, large de 15 pas (11^{m},30); on savait aussi que l'escarpe, haute de 20 pieds (6^{m},28), était revêtue, que la contrescarpe avait 16 pieds (5 mètres) de haut et qu'elle était à terres coulantes, enfin que la gorge de l'ouvrage était fermée par un mur crénelé de 12 pieds (3^{m},77) et par un réduit casematé. Sur chaque face devait exister une traverse casematée, mais le terre-plein bas de l'ouvrage était regardé comme libre. Après la prise de la place, on constata que tous ces détails étaient sensiblement exacts. Seulement, le saillant de l'ouvrage présentait un angle beaucoup plus aigu que le plan ne l'indiquait et le terre-plein bas était occupé par une sorte de traverse en capitale (*Kapitaltraverse*), qui avait probablement été élevée récemment pour mieux protéger le réduit. L'existence de cette traverse avait cependant été soupçonnée dès le début; les projectiles tirés contre la lunette par les batteries

établies en arrière de la première parallèle, ayant écrêté le parapet, on avait pu en effet constater l'existence de terrassements à l'intérieur de l'ouvrage. Une reconnaissance exécutée un peu plus tard, avec tout le soin possible, du haut des bâtiments du chemin de fer, fit reconnaître l'exactitude de cette conjecture.

Tout ce qu'on savait du réduit, c'est que son grand côté était parallèle au mur de gorge; quant aux détails de son profil, autant dire qu'on n'en savait rien.

Les données qui devaient servir de base au tir plongeant contre le réduit, étaient donc extrêmement incomplètes. En les combinant avec celles que fournirent les reconnaissances exécutées du haut des bâtiments du chemin de fer et avec quelques autres renseignements qu'on put se procurer, on finit par admettre que la distance horizontale du réduit à la traverse en capitale était de 25 pas ($18^m,8$) et que, par suite, pour atteindre la maçonnerie vers le milieu de sa hauteur, l'angle de chute devait être de 11° à $11^\circ\,{}^1/_2$. A cet angle correspond la charge de $0^k,700$ pour la distance évaluée à 1 150 pas (866 mètres), qui séparait la batterie du saillant de l'ouvrage; avec cette charge, l'angle de chute à la distance du réduit devait être de $11^\circ\,{}^{12}/_{10}$, et la vitesse restante, de 475 pieds (149 mètres).

Pour bien fixer d'abord la distance exacte du tir, on dirigea quelques coups à la charge maximum de $1^k,500$ contre l'embrasure placée au saillant de l'ouvrage, puis on prit la charge de $0^k,700$. L'observation des coups et la correction de tir furent d'abord très-difficiles, parce que l'on ne pouvait pas bien distinguer si les projectiles, dont on voyait l'explosion soulever des monceaux de terre, avaient frappé la traverse en capitale ou la terrasse du réduit; ce ne fut que plus tard et par de nouvelles observations faites des tranchées, qu'on put acquérir quelque certitude sur ce point. La direction du tir contre le réduit, c'est-à-dire contre le milieu de la lunette, était également

très-difficile à assurer, soit à cause de l'angle aigu que faisaient les deux faces de l'ouvrage, soit à cause de la position de la batterie sur le prolongement même de la capitale.

Malgré toutes ces difficultés, le résultat qu'on se proposait fut atteint; car, peu de temps après l'entrée en action des canons de 15^{c}, la lunette cessa presque absolument de donner signe de vie.

Aussi, dès le 7 septembre, retira-t-on de la batterie n° 5 deux pièces qui furent renvoyées au parc. Les deux pièces qui restaient devaient maintenant, comme elles l'avaient déjà fait par intervalles, prendre part à la lutte engagée avec l'artillerie des cavaliers 8 et 9 et avec les mortiers qui reparaissaient de temps à autre sur la courtine 8-9, ne reprenant leur tir contre la lunette 44 que pour répondre aux pièces que l'ennemi essayait d'y mettre en action. Du reste, ces dernières firent en général un feu peu violent et furent presque toujours promptement réduites au silence.

On ne peut pas bien fixer le nombre des coups tirés par les canons de 15^{c} contre la lunette 44 et son réduit; car, ainsi que nous l'avons fait remarquer, ces pièces eurent, par intervalles, d'autres buts à battre.

La visite de la lunette, après la capitulation de Strasbourg, permit de constater que la traverse capitale et la moitié de droite de l'ouvrage étaient les parties les plus endommagées, ce qui révélait l'action prépondérante exercée contre elles par les canons de 15^{c}; en outre, la partie droite du mur crénelé présentait de larges ouvertures que les Français avaient essayé de fermer avec des masses énormes de sacs à terre; enfin, la partie droite du réduit était traversée de part en part et démolie. La planche I représente les dégâts constatés dans l'ouvrage, dessinés immédiatement après la capitulation.

Il est difficile de savoir au juste si la démolition du réduit fut plutôt l'œuvre des canons de 15^{c} que celle des mortiers de 21^{c}, puisque canons et mortiers le bombar-

dèrent en même temps. Quant aux ravages considérables constatés à l'intérieur de la lunette, c'est aux pièces de 15^{c} qu'il faut certainement en attribuer la majeure partie : le renversement du mur de gorge doit même être considéré comme étant tout entier leur ouvrage.

II. EMPLOI DU TIR PLONGEANT POUR FAIRE BRÈCHE AUX GRANDES DISTANCES. (Pl. II.)

1° *Méthode suivie pour faire brèche à l'aide du tir plongeant.* — Le tir plongeant a été employé pour faire brèche à la face droite de la lunette 53, à la face droite du bastion 11 et à la face gauche du bastion 12.

La méthode suivie est restée la même dans tous les cas; c'est celle qui avait été expérimentée et ensuite adoptée comme règle lors des essais exécutés à Silberberg, en 1869, avec le canon de 15^{c}. Ces expériences trouvèrent, dans le tir en brèche contre la place de Strasbourg, l'application la plus immédiate et la plus étendue, et contribuèrent puissamment, on peut l'affirmer sans crainte, à hâter les importants résultats qui furent obtenus.

On prit pour point de départ le principe, encore généralement admis pour l'ouverture des brèches, qui prescrit de pratiquer d'abord une tranchée horizontale au tiers de la hauteur du mur, en partant de la base, et d'ouvrir ensuite, de bas en haut, une tranchée verticale à chacune de ses extrémités.

Dans l'impossibilité où l'on était de voir le but à battre, la grande difficulté était l'établissement de la tranchée horizontale.

On ne pouvait pas ici, comme dans le tir en brèche ordinaire, atteindre le résultat en déplaçant méthodiquement le point à battre à chaque coup tiré, on devait au contraire tout attendre de la dispersion naturelle des coups. Il fallait, en tirant un certain nombre de projectiles sans modifier le pointage, chercher à former un *groupe de coups* qu'on déplacerait ensuite latéralement, afin d'obtenir un

approfondissement uniforme de la tranchée et successivement la rupture horizontale du revêtement.

Avant de commencer à battre en brèche, on devait naturellement exécuter un tir d'essai ; on le dirigeait contre les parties visibles des ouvrages. Cette opération permettait, après un nombre de coups suffisant, de déterminer le point moyen atteint : alors, à l'aide des données contenues dans les tables de tir, on déplaçait ce point moyen dans le sens horizontal et dans le sens vertical, de façon à faire coïncider le premier *groupe de coups* qu'on allait obtenir dans le tir réel avec l'une des extrémités de la tranchée horizontale à ouvrir.

Si l'observation venait ensuite démontrer que la position du *groupe de coups* était bonne, on notait exactement l'angle de tir et on le conservait pour les coups suivants, en se contentant de le donner au quart de cercle : quant à la direction, on la repérait sur l'échelle graduée de l'appareil de pointage. Ce dernier permettait alors de la modifier régulièrement d'une salve à l'autre et, par suite, de déplacer le *groupe de coups* de l'intervalle fixe auquel on s'était arrêté.

Pour suivre régulièrement cette méthode et avoir toujours sous la main un moyen de contrôle rigoureux, on dressait, après chaque tir d'essai, une table indiquant, en regard de chaque salve, la direction correspondante du pointage. Ces tables étaient tenues par les commandants des batteries, qui dirigeaient, d'après leurs indications, le feu des pièces d'une extrémité à l'autre de la tranchée horizontale ; mais ils ne se dispensaient pas pour cela de faire toutes les observations possibles, parce qu'il était essentiel de contrôler les irrégularités qui pouvaient se présenter.

Il fallait, en outre, consulter les tables plusieurs fois par jour, pour reconnaître combien de coups on avait tiré de la droite à la gauche et de la gauche à la droite de la tranchée. D'après les effets des projectiles contre les maçon-

neries, effets que des expériences antérieures avaient fait connaître, d'après les circonstances particulières du tir actuel (vitesse des projectiles, chance d'atteindre le but, épaisseur du mur, etc., etc.), enfin d'après les caractères que présentait l'explosion des obus dans le revêtement, on jugeait si la maçonnerie était réellement coupée et si on pouvait, par suite, passer à la formation des tranchées verticales.

En ayant la précaution de tirer dans la tranchée horizontale, un peu plus longtemps peut-être qu'il n'était nécessaire, la rupture du revêtement devenait encore plus certaine : jamais, en effet, on n'éprouva de mécompte en opérant ainsi.

Les particularités qui annoncent que la maçonnerie est traversée de part en part, avaient été reconnues et régulièrement constatées dans les expériences de Silberberg. Lorsque l'apparition de ces indices, le nombre de coups tirés, et d'autres circonstances encore autorisaient à penser que le revêtement était réellement coupé, on tirait une dernière fois, méthodiquement d'une extrémité à l'autre de la tranchée. On observait les coups avec tout le soin possible, en donnant une attention particulière au choc des obus contre le but à battre et à leur explosion, à la manière dont s'opérait la projection des pierres et des débris de maçonnerie, et enfin à l'aspect qu'avait la fumée de la poudre, montant au-dessus du fossé.

Disons quelques mots, à ce propos, des indices distinctifs sur lesquels nous venons d'appeler l'attention, indices qui, souvent, ne sont pas sans importance et se présentent d'ailleurs sous des nuances très-diverses.

a. Le choc des projectiles et leur explosion produisent un coup sec lorsque la maçonnerie est encore solide : le son est sourd et mat lorsqu'elle est coupée jusqu'à une certaine profondeur, ou complétement traversée ; dans ce dernier cas, l'explosion se fait dans les terres en arrière du revêtement.

b. Si le mur n'est pas encore coupé à fond, les pierres et les débris de maçonnerie s'élèvent souvent très-haut au-dessus du fossé.

c. Le nuage de fumée, produit par l'explosion, apparaît plus ou moins vite au-dessus du revêtement, suivant que celui-ci est plus ou moins profondément entamé ; il est d'un blanc bleuâtre, comme l'est d'ordinaire la fumée de la poudre, et pelotonné en masse compacte, si la maçonnerie n'est pas encore traversée de part en part. Si elle l'est au contraire, la fumée est d'un gris sombre et monte lentement au-dessus du fossé, comme si elle sortait d'une cheminée.

Quoi qu'il en soit, on passait à la formation des tranchées verticales, dès que l'observation faisait reconnaître les signes annonçant la rupture complète du revêtement: généralement, ces tranchées furent ouvertes très-rapidement.

2°. *Tir en brèche contre la face droite de la lunette 53.*—Dans la nuit du 11 au 12 septembre, l'état d'avancement des travaux du génie permit d'ouvrir la troisième parallèle, sur une étendue de 725 pas (546^{m}) en avant des lunettes 52 et 53. Le moment était venu pour l'artillerie de battre en brèche la lunette 53, dont on devait tout d'abord se mettre en possession. Dans ce but, la batterie de mortiers n° 8 fut transformée en batterie de canons et armée de quatre pièces de 15^{c} courtes, dont on confia le service à la 9e compagnie de forteresse de la garde (1er lieutenant d'Ihlenfeld).

Les rapports et les plans qu'on avait sous la main fournissaient, sur le profil de l'ouvrage, les données suivantes:

Le cordon de l'escarpe étant supposé à la cote 0, la ligne de feu du rempart était cotée + 12 pieds (3^{m},77), la crête du glacis, à hauteur de l'emplacement de la brèche, + 4 (1^{m},26), le fond du fossé, — 16 (5^{m},02), enfin le niveau de l'eau, — 12 (3,77), sa profondeur devant être de 4 pieds (1^{m},26) environ. Le fossé, dont le milieu était

occupé par une cunette profonde de 5 pieds (1^m,57), avait une largeur de 30 pas (22^m,6) ; la crête du glacis était à peu près à 15 pas (11^m,30) de la contrescarpe, c'est-à-dire à 45 pas (33^m,9) environ du mur qu'il s'agissait de battre en brèche. La maçonnerie, d'ailleurs en bon état, était construite en moellons de grès rouge, de 6 pouces sur 9 (157^{mm} sur 235) ; son épaisseur devait être de 4 pieds (1,26) à la tablette et de 6 pieds (1^m,88) à la base.

L'angle sous lequel la ligne de tir de la batterie n° 8 venait rencontrer la surface de l'escarpe, était d'environ 55° : il se trouvait par conséquent un peu inférieur à l'angle de 60°, regardé jusqu'à présent comme le minimum de l'obliquité sous laquelle on puisse faire arriver les projectiles dans un tir de cette nature.

Cette circonstance était d'autant plus fâcheuse que les charges employées devaient être relativement faibles et, par suite, la vitesse des projectiles, à l'arrivée, peu considérable : dans ces conditions, il était à craindre qu'au début du moins, les obus ne vinssent à ricocher sur la maçonnerie. Déplacer la batterie pour se donner une ligne de tir plus avantageuse entraînait de nombreux inconvénients ; car c'était la rejeter au milieu des maisons et des jardins de Schiltigheim. Aussi, en considération du petit nombre de degrés dont on restait au-dessous de l'angle minimum admissible, finit-on par s'en tenir à la batterie n° 8, l'obliquité sous laquelle la ligne de tir rencontrait la surface à battre ayant d'ailleurs l'avantage d'augmenter un peu la distance de la masse couvrante à l'escarpe, ce qui permettait l'emploi d'un angle de chute plus petit. Mesurée dans la direction du tir, cette distance fut évaluée à 50 pas (37^m,7) ; la différence de niveau étant d'ailleurs de 14 pieds (4^m,39) entre la crête du glacis et le but à battre supposé à 2 pieds (0^m,63) au-dessus de l'eau, c'est-à-dire à la cote — 10 (3^m,14), on se trouva conduit à un angle de chute de $7^{\circ}\,{}^{12}/_{10}$.

La charge correspondante, à la distance de 1 000 pas

(753 mètres) environ, qui séparait la batterie de la crête du glacis, était de 850 grammes.

Pour la première fois que le tir plongeant était employé à faire brèche dans la pratique de la guerre, la tâche à accomplir n'était pas facile, mais rien ne devait être négligé pour la mener à bonne fin, à cause des conséquences qui pouvaient être ultérieurement déduites du résultat de cette première tentative.

On se décida à fixer la position de la brèche de façon que sa droite fût à 60 pieds ($18^m,8$) environ du saillant de l'ouvrage. Outre que l'emplacement ainsi choisi était satisfaisant au point de vue de la poussée des terres du rempart qui avait là tout son effet, il était déterminé d'avance par la position des deux traverses du chemin couvert, dans l'intervalle desquelles il fallait tirer. La brèche devait avoir environ 60 pieds ($18^m,80$) d'étendue : ce qui donnait, perpendiculairement à la ligne de tir, un déplacement total de 48 pieds ($15^m,13$), pour le point à battre, en se transportant de la droite à la gauche de la tranchée horizontale. La distance de la gauche de la brèche aux pièces étant d'ailleurs supérieure de 36 pieds ($11^m,3$) à celle de la droite, il y avait lieu d'augmenter proportionnellement la hausse en allant de droite à gauche et de la diminuer en allant de gauche à droite.

Le tir en brèche de la batterie n° 8 commença le 14 septembre, à 7 heures du matin, sous la direction supérieure du capitaine Müller. Avant tout, on s'assura exactement de la distance en dirigeant quelques coups sur le parapet, au saillant de l'ouvrage, avec la charge maximum, et on trouva que cette distance était réellement de 1050 pas (791 mètres) ; puis on entama le tir d'essai, à la charge de 850 grammes, contre la partie visible du rempart, et enfin on déplaca, en hauteur et en direction, le point moyen ainsi obtenu.

L'observation du tir d'essai se faisait d'une tranchée placée dans des conditions assez favorables, entre la 2e

et la 3e parallèle ; on ne pouvait pas voir de là le mur à battre en brèche, mais on découvrait très-bien le glacis.

Il était impossible de se placer en un point plus avancé des travaux d'attaque, à cause des pierres et des éclats projetés en arrière par l'explosion des projectiles.

On fut même forcé d'évacuer quelques cheminements placés dans la direction du tir : un certain nombre de pionniers s'étant obstinés à les traverser malgré les ordres donnés à ce sujet, l'un d'eux fut tué par un éclat d'obus.

Le tir d'essai prit beaucoup de temps. Comme il n'y avait pas de communication télégraphique entre la batterie et les observateurs, il fallait, après chaque salve, faire passer le relevé des résultats du tir par une chaîne de postes établis dans les tranchées, ce qui ralentissait considérablement le feu.

La hausse reconnue et adoptée comme bonne fut celle de 7° $^{2}/_{16}$. Elle varia à plusieurs reprises de quelques seizièmes de degré, en raison des influences atmosphériques (il y avait fréquemment des averses très-violentes). Enfin on éprouva des difficultés particulières à régler les quarts de cercle, sur lesquels on dut constater d'abord et corriger ensuite des défectuosités d'une certaine importance. Nous devons ajouter encore que, dans ce tir en brèche comme dans les suivants, la hausse ne fut pas déterminée de façon que le point moyen touché coïncidât avec le point le plus bas qu'on voulait atteindre : on chercha, au contraire, à le relever d'une quantité égale à l'écart moyen en hauteur, afin que le gros de la gerbe formée par les trajectoires passât toujours au-dessus de la crête de la masse couvrante, ce qui d'ailleurs était sans inconvénient pour le but final qu'on se proposait d'atteindre.

Le tir d'essai ne fut terminé que le deuxième jour, à midi : on entama aussitôt, par la droite, la tranchée horizontale. Comme les premiers obus devaient s'enfoncer difficilement dans la muraille et qu'on craignait d'en voir

ricocher un certain nombre, les quatre pièces pointèrent et firent feu, aux deux premières salves, sur un seul et même point. Ce ne fut qu'à la troisième que le *groupe des points touchés* fut déplacé latéralement: eu égard aux conditions défavorables où se trouvaient les projectiles pour s'enfoncer dans l'épaisseur du mur, on s'arrêta au chiffre de 3 pieds ($0^m,94$) seulement pour la distance d'un groupe de coups à l'autre, afin que chacun d'eux vînt frapper sur une maçonnerie déjà ébranlée par le groupe précédent.

On tira ainsi de la droite à la gauche de la tranchée horizontale (avec une variation angulaire totale de $^{10}/_{16}$ de degré), puis on revint de la gauche à la droite et on continua régulièrement de cette façon.

Le *groupe des points touchés* avait atteint le milieu de la tranchée en se déplaçant de la droite à la gauche, lorsqu'on apprit l'achèvement d'un rameau de mine qui avait son point de départ dans la 3e parallèle et était destiné à rechercher les galeries de contre-mines dont la présence avait été constatée, depuis quelques jours, en avant du saillant de l'ouvrage: ce rameau avait atteint son but et la communication était établie avec les galeries de l'ennemi. Comme ces galeries venaient déboucher dans la contrescarpe même, on pouvait, en se plaçant à l'entrée, embrasser d'un coup d'œil toute l'étendue de la brèche et faire des observations directes sur les effets du tir. Au premier examen, on reconnut que la tranchée était à bonne hauteur (le coup le plus bas était de 1 à 2 pieds au-dessus du niveau de l'eau); que, dans l'étendue battue jusque-là, le revêtement était renversé sur une assez grande hauteur, par suite de la dispersion naturelle des projectiles dans le sens vertical; enfin que les obus qui venaient frapper une maçonnerie encore intacte rebondissaient souvent ou n'endommageaient que le parement extérieur, et encore dans un faible rayon. Quant à ceux qui frappaient le but à battre dans des conditions favorables, ils produisaient

une véritable pluie de pierres, de débris de maçonnerie et d'éclats.

Le couronnement du glacis de la lunette 53 devait avoir lieu dans la nuit du 14 au 15 septembre, et il avait été convenu à cette occasion qu'on n'exécuterait pas, au moins provisoirement, la portion de ce couronnement placée sous le feu de la batterie. Néanmoins, par suite d'un excès de zèle de la part de l'ingénieur chargé du travail, la convention ne fut pas observée, et, le 15 au matin, quand on voulut recommencer le tir, on se trouva en présence de cette circonstance très-fâcheuse, que le couronnement était fait à la hauteur de la brèche et que, par suite, la crête de la masse couvrante s'était élevée d'environ 2 pieds. Avec l'ancienne charge, l'ancienne hausse et par suite l'ancien angle de chute, il devenait dès lors impossible d'atteindre le fond de la tranchée qu'il s'agissait d'ouvrir. Changer toutes ces données entraînait des embarras de toute sorte et devait en outre faire perdre beaucoup de temps : aussi prit-on rapidement le parti de ne rien changer aux conditions du tir et de laisser aux projectiles qui porteraient trop bas le soin d'écrêter et de renverser le couronnement en face de l'emplacement de la brèche : c'est en effet de cette façon que les choses se passèrent. Mais on n'en doit pas moins évaluer à 120 environ le nombre de coups perdus pour l'ouverture de la brèche par ce malentendu.

Ainsi que nous l'avons indiqué, la continuation du tir ne produisit pas réellement la rupture horizontale de la maçonnerie : grâce à la dispersion des projectiles dans le sens vertical, on arriva en réalité à démolir le mur. La partie supérieure fut renversée et tomba dans le fossé, pendant qu'on travaillait à ouvrir petit à petit la tranchée dans la partie inférieure ; enfin les terres du parapet suivirent la maçonnerie, ce qui eut malheureusement, à diverses reprises, l'inconvénient de nuire aux effets de l'explosion des projectiles sur le revêtement lui-même.

Il n'y avait pas lieu dès lors de pratiquer de tranchée verticale : pour se débarrasser complétement de la maçonnerie qui restait encore debout dans la partie supérieure de l'escarpe, on se contenta, aux dernières salves de tir en brèche, de déplacer successivement, de bas en haut, le *point moyen touché*. Quand on en fut là, on tira encore un assez grand nombre de coups, à la charge de $1^k,200$, contre les terres du parapet : on le renversa ainsi sur la moitié de son épaisseur et les débris de maçonnerie se trouvèrent complétement recouverts.

La brèche, dont le talus était incliné à 35° environ, pouvait être considérée comme praticable jusqu'à la partie restée debout du parapet ; le renversement de cette masse de terre suffisait pour compléter l'œuvre. La batterie n° 42, qui venait d'être construite et avait reçu, comme armement, six canons de 15ᵉ courts, était destinée à accomplir cette tâche. Mais il n'y eut pas même, de sa part, un commencement d'exécution ; car, dans l'après-midi du 20 septembre, avant le complet achèvement de la chaussée en terre construite pour le passage du fossé, la brèche fut escaladée et on reconnut que la lunette 53 avait été abandonnée par l'ennemi.

La partie encore debout du parapet, avec son talus intérieur très-raide, d'environ 4 pieds ($1^m,26$) de haut, vint très à propos favoriser la rapide installation du logement de la brèche. On trouvera sur la pl. II le profil et la vue de la brèche, tels qu'ils ont été dessinés immédiatement après la prise de Strasbourg : elle montre que les données admises au début, d'après les plans et les reconnaissances, étaient très-voisines d'une complète exactitude.

Le tir avait duré du 14 au 17 septembre inclus, c'est-à-dire pendant 4 jours, de 7 heures du matin à 7 heures du soir, à raison de 50 à 70 coups par pièce et par jour. En nombres ronds, il avait donc fallu 1000 coups pour ouvrir la brèche.

Le mauvais temps et les irrégularités que le manque

d'habitude apportait dans le service des pièces, avaient d'ailleurs singulièrement augmenté les difficultés de la tâche accomplie.

3° *Tir en brèche contre la face droite du bastion* 11 (pl. II). — Le 20 septembre, nous étions en possession de la lunette 53; dans la nuit du 21 au 22, la lunette 52 fut également occupée. Nous nous trouvions ainsi maîtres des ouvrages avancés qui devaient servir de point de départ aux travaux du génie contre le bastion 11, objectif de l'attaque principale.

En général, non-seulement l'artillerie s'était maintenue à hauteur du génie dans toutes les opérations du siége qui s'étaient succédé jusque-là, mais elle l'avait encore devancé souvent, ou du moins avait toujours préparé son œuvre de façon à lui faciliter de rapides progrès. En face de la dernière et de la plus importante partie de sa tâche, l'artillerie ne perdit pas un instant et, dès le 23 septembre, elle commença à tirer contre la face droite du bastion 11, pour y ouvrir la brèche qui devait livrer passage aux colonnes d'assaut.

Depuis quelque temps déjà, on avait reconnu la nécessité d'augmenter les feux de plein fouet dirigés contre les ouvrages du front 11-12 et de s'en approcher davantage afin de les battre dans de meilleures conditions. Pendant la nuit du 13 au 14 septembre, la 2e compagnie de forteresse de la garde (capitaine de Podewils) avait construit, dans ce but, la batterie n° 42 entre la 2e et la 3e parallèle, à l'est du cimetière Sainte-Hélène et immédiatement en arrière de la communication qui en portait le nom : elle fut armée de 6 canons de 15c courts. On avait choisi son emplacement de façon qu'elle pût servir plus tard pour battre en brèche la face droite du bastion 11 et, afin de la mettre pour cela dans des conditions plus favorables, on avait donné l'ordre de n'enfoncer le terre-plein que de deux pieds.

Du 14 septembre au 22 inclus, la batterie 42, tirant à

obus ordinaires, battit avec un plein succès les ouvrages du front 11-12 ; le 23, elle entra en action comme batterie de brèche, le tir s'exécutant désormais avec des obus *allongés*.

Ici encore ce fut le capitaine Müller qui prit la direction supérieure du feu.

Les plans et les renseignements qu'on s'était procurés fournissaient sur le profil et l'organisation du bastion 11 et de son couvre-face, les détails suivants :

Comme les autres bastions de l'ouest de l'enceinte, le bastion 11 se trouvait avoir par suite de la conservation de la fausse-braie deux lignes de défense : une ligne supérieure désignée par les Français sous le nom de cavalier et dont le parapet était à terres coulantes, et une ligne inférieure à escarpe revêtue, séparée de la première par un terre-plein de 18 pieds ($5^m,65$) de large.

Le cordon de l'escarpe étant supposé à la cote 0, celle du fond du fossé était évaluée à — 26 environ, le mur ayant 26 pieds de hauteur ($8^m,16$). L'épaisseur de la maçonnerie, qui n'avait d'ailleurs rien d'exceptionnel comme qualité, devait être de 5 pieds ($1^m,57$) à la tablette et de 12 pieds ($3^m,77$) à la base, et celle des contre-forts de 18 pieds ($5^m,65$). Elle était construite en briques ordinaires : la partie supérieure seulement étant en moellons de grès rouge. Immédiatement en arrière de la tablette, venait s'appuyer le parapet inférieur, épais de 18 pieds ($5^m,65$) seulement. Enfin, le relief du cavalier était d'environ 15 pieds ($4^m,71$) au-dessus du cordon.

Dans ces conditions, on ne pouvait avoir en vue que le renversement de la face basse de l'ouvrage.

Une cunette de 4 à 5 pieds de profondeur occupait le milieu du fossé, qui avait plus de 100 pieds ($31^m,4$) de large : on pouvait d'ailleurs l'inonder sur une hauteur de 6 pieds environ, ce qui mettait le niveau de l'eau à la cote — 20 ($6^m,28$).

La planche II montre la vue et le profil de la brèche,

dessinés immédiatement après la capitulation de Strasbourg. En général, les chiffres que nous venons d'indiquer furent reconnus exacts : on constata seulement que le fond du fossé et, par suite, le niveau de l'eau étaient en réalité placés de 2 pieds ($0^m,63$) plus bas qu'on ne l'avait supposé.

En avant du bastion 11, s'étendait le couvre-face 11 *b*, destiné à dérober l'escarpe aux vues du dehors : mais sa hauteur était insuffisante pour remplir complétement cet objet ; car on apercevait de la batterie de brèche une bande de maçonnerie dont la hauteur, mesurée au moyen de la hausse, fut trouvée être de 4 à 5 pieds.

La crête du couvre-face, par-dessus laquelle il fallait tirer en brèche, était à 60 pas (45 mètres) de l'escarpe. En admettant, pour le point le plus bas à atteindre, la cote — 18 (2 pieds au-dessus du niveau de l'eau), l'angle de chute devait être de $4^o\ ^1/_2$ environ : cet angle correspondait à la charge de $1^k,3$ pour la distance de 1050 pas (755 mètres) à laquelle on se trouvait de la crête de la masse couvrante.

La direction du tir de la batterie 42, destinée, comme nous l'avons dit, à battre en brèche le bastion 11 et armée de 6 canons de 15ᵉ courts, formait avec la magistrale de l'escarpe un angle de 80°. Pour la distance et la charge données, la vitesse restante s'élevait à 685 pieds (215^m), et la pièce de 15ᵉ avait un tir d'une grande justesse. On se trouvait donc en définitive dans des conditions très-favorables.

Afin de ne pas gêner les travaux d'approche du génie, on fut forcé d'ouvrir la brèche près du saillant du bastion : on établit sa droite à 30 pieds ($9^m,42$) de ce point, et on fixa le chiffre de 90 pieds (28 mètres) pour l'ouverture totale.

Le feu commença le 23 septembre, à 7 heures du matin. Le jour était beau, le temps très-clair, ce qui favorisait beaucoup le tir.

La batterie, placée en terrain découvert et dans une

position relativement élevée, fut d'abord en butte à une fusillade assez nourrie, partant des ouvrages voisins, du couvre-face du bastion 11 entre autres, où se trouvaient de nombreux tirailleurs postés derrière les créneaux d'un solide parapet en sacs à terre. Dès que les premiers obus vinrent frapper le mur d'escarpe et que les éclats et les débris de maçonnerie commencèrent à revenir dans la direction du couvre-face, le feu des chassepots cessa à l'instant, et pour toujours : ce premier succès était prévu.

Avant d'entamer le tir en brèche proprement dit, la batterie dut naturellement exécuter un tir d'essai. Il fut dirigé contre le talus extérieur du couvre-face, qui était tout entier en vue. On tira d'abord contre la partie inférieure; puis le *point moyen touché* fut déplacé verticalement et enfin suffisamment relevé pour que les coups, passant par-dessus la crête, vinssent frapper le mur d'escarpe. La hausse ainsi obtenue fut trouvée égale à 4° $^{6}/_{16}$; elle s'éleva, par intervalles, à 4° $^{7}/_{16}$.

Disons tout de suite qu'on contrôlait le tir plusieurs fois par jour en diminuant la hausse de 1 à 2 seizièmes de degré, afin de s'assurer que la gerbe des coups se trouvait toujours dans de bonnes conditions ; lorsqu'en effet, avec la hausse adoptée, un ou deux coups seulement rencontraient la crête du couvre-face, il y en avait 3, 4 et 5 qui venaient la frapper, avec une hausse diminuée de $^{1}/_{16}$ de degré seulement.

Comme on avait 6 bouches à feu à sa disposition, on s'écarta de la méthode adoptée dans le tir contre la lunette 53, et l'on entama la brèche des deux côtés à la fois, en tirant avec trois pièces sur la droite de la tranchée horizontale, et avec les trois autres sur le milieu. On n'avait pas à craindre de voir ricocher les projectiles sur le mur, et la maçonnerie ne devait pas présenter la même résistance que celle de la lunette ; on ne jugea donc pas nécessaire, pour produire la première rupture de la paroi, de pointer, à plusieurs reprises, avec toutes les pièces sur un seul et même point.

Après avoir tiré une salve en dirigeant toutes les bouches à feu d'une demi-batterie sur un but unique, on déplaçait latéralement le groupe des points touchés de $^{2}/_{16}$ de degré, c'est-à-dire de 5 pieds ($1^{m},57$).

Le feu fut continué dans ces conditions, de droite à gauche, puis de gauche à droite, les trois premières pièces tirant dans la demi-tranchée de droite, les trois dernières dans la demi-tranchée de gauche; puis une seconde série de coups fut dirigée sur les intervalles compris entre les divers *groupes de points touchés*.

L'observation se faisait à la batterie, le plus souvent à la simple vue. On aurait été plus près du but à battre, il est vrai, dans la lunette 53 qui était déjà occupée; mais au lieu de trouver quelque avantage dans cette position, on n'aurait fait qu'exposer beaucoup les observateurs au feu des chassepots.

Quoique les projectiles allassent disparaître très-bas, derrière le couvre-face, on pouvait néanmoins juger de leurs effets d'après les phénomènes qui accompagnaient leur explosion.

Le feu était suspendu pendant la nuit.

Dans la deuxième matinée, celle du 24 septembre, après 70 salves en tout, on reconnut les indices caractéristiques de la rupture du revêtement, et, dès midi, après 80 salves, on acquit la conviction que la tranchée horizontale était complétement ouverte. On pouvait désormais entamer les tranchées verticales, dont chacune devait être l'œuvre d'une demi-batterie.

Toutes les trois salves, on déplaçait le point à battre de 5 pieds ($1^{m},57$) de bas en haut.

Après un petit nombre de coups, tirés en une demi-heure environ, le mur s'écroula sur une étendue égale aux deux tiers de la brèche, à partir de la droite. On en fut averti par la disparition subite de la bande de maçonnerie qui était en vue et par la chute de quelques terres du parapet : la

masse énorme d'eau qui jaillit immédiatement, vint d'ailleurs confirmer le fait.

On dirigea encore trois salves sur la tranchée verticale de gauche et le reste du mur tomba dans le fossé, laissant voir en arrière comme une deuxième muraille formée par les terres argileuses du parapet. Pour la renverser, les six pièces furent pointées sur la moitié de droite de la brèche et on les tira par salve, de façon à amener un ébranlement considérable des terres par l'explosion simultanée de tous les projectiles. On choisit la hausse de façon à ce que les coups les plus bas vinssent frapper à 4 ou 5 pieds au-dessus de la tranchée horizontale, et on la maintint constante afin de produire dans les terres une espèce de deuxième tranchée. On avait déjà pu constater l'écroulement partiel du parapet lorsque l'ordre arriva de suspendre provisoirement le tir. Cette mesure était provoquée par l'état des travaux d'approche, qui étaient loin d'être assez avancés pour qu'on pût donner l'assaut à bref délai ; il était par conséquent à craindre que la brèche, qui dès à présent pouvait livrer passage aux colonnes d'assaut, fût, dans l'intervalle, coupée par quelque fossé, ou rendue impraticable de toute autre façon par le défenseur.

Le couronnement du glacis du couvre-face 116 ne fut terminé que le 27 septembre au matin. On allait pouvoir reprendre le feu contre les terres du parapet encore debout ; mais on en fut dispensé par l'apparition du drapeau blanc, hissé, vers 5 heures de l'après-midi, sur la flèche de la cathédrale.

Le tir en brèche contre la face droite du bastion 11 avait, en tout, duré 18 heures ; en nombre ronds, les coups tirés avaient atteint le chiffre de 600, c'est-à-dire de 6 à 7 par pied courant.

Il est impossible que des hommes compétents jugent défavorablement un pareil résultat.

4° *Tir en brèche contre la face gauche du bastion* 12. (Pl. II). — Afin d'exercer une pression plus forte sur le comman-

dant de la place et sur la garnison, afin de profiter aussi de l'occasion pour faire des expériences nouvelles sur le tir plongeant appliqué à l'ouverture des brèches, le commandant de l'artillerie, d'accord avec le commandant en chef, décida qu'il serait fait une brèche à la face gauche du bastion 12, sans qu'on eût cependant l'intention de s'en servir pour pénétrer dans la place.

Les détails du profil étaient les mêmes qu'au bastion 11, seulement la ligne de feu supérieure n'existait pas et l'on rencontrait immédiatement derrière l'escarpe le parapet proprement dit. La maçonnerie qu'il s'agissait de battre en brèche était construite en briques; on la supposait d'ailleurs simplement appliquée contre les terres comme au bastion 11.

Les données relatives au fossé, aux inondations, etc., étaient généralement considérées comme identiques à celles qu'on avait admises pour le bastion 11.

Les figures 14 et 15 (pl. II) montrent le profil et la vue de la brèche, dessinés immédiatement après la capitulation.

Pour se placer dans les meilleures conditions possibles, on se décida à faire brèche tout près de l'angle d'épaule, en dirigeant la ligne de tir dans le sens de la longueur du fossé de la demi-lune 50. Cette ligne, prolongée en arrière, venait passer par-dessus la face gauche du couvre-face 51 et près et au-dessus du saillant de la lunette 53. Au point où elle rencontrait la 3e parallèle, la 5e compagnie de forteresse de la garde (capitaine de Mogilowski), construisit, dans la nuit du 23 au 24 septembre, la batterie de brèche 58 (près de la batterie 45); elle eut, comme armement, quatre canons de 15c courts.

La direction supérieure du feu fut encore confiée ici au capitaine Müller; mais, cet officier ayant reçu une autre destination, ce fut le capitaine de Mogilowski qui le remplaça.

La distance était d'environ 950 pas (715 mètres), et la

direction du tir faisait, avec la magistrale, un angle presque droit.

En raison de la grande distance du couvre-face à l'escarpe (200 pas ou 150 mètres) et d'autres circonstances encore, on aurait pu atteindre le pied du mur, tout en employant la charge maximum de $1^k,5$. Mais la sécurité n'eût été garantie contre les coups trop bas, ni dans la lunette 53, ni dans les travaux du génie, en avant du couvre-face : on choisit donc à dessein une charge un peu plus faible, de $1^k,2$ d'abord, et plus tard de $1^k,3$. La hausse correspondante à cette dernière fut trouvée égale à $3^o\ {}^9/_{16}$ et l'angle de chute à $3^o\ {}^{14}/_{16}$. Le tir des pièces de 15^c était d'ailleurs très-bon à 950 pas, et la vitesse restante, à cette distance, s'élevait à 210 mètres.

L'étendue de la brèche était limitée par la largeur du fossé de la demi-lune, le long duquel s'exécutait le tir; mais on dut encore rester au-dessous de cette limite pour éviter que les écarts latéraux des projectiles ne les amenassent à effleurer, en passant, l'un ou l'autre bord du fossé. Comme on tenait néanmoins à ne négliger aucun avantage, on décida que les pièces tireraient en croisant leurs feux, c'est-à-dire que les deux premières auraient à ouvrir la demi-tranchée horizontale de gauche et les deux dernières la demi-tranchée de droite. La largeur qu'on pouvait atteindre pour la brèche, dans ces conditions, fut évaluée à 40 pieds ($12^m,6$).

Le tir commença le 24 septembre, à 7 heures du matin, la batterie de brèche contre le bastion 11 étant encore en action. Il fut continué chaque jour, de 7 heures du matin à 7 heures du soir, toujours avec des obus allongés. Le temps était très-favorable. Comme on ne voyait pas de la batterie le bastion 12, le pointage des premiers coups demanda des précautions particulières.

L'observation se faisait du saillant de la lunette 53, d'où l'on apercevait le cordon de l'escarpe tout près de l'angle

d'épaule; c'était d'ailleurs le seul point d'où l'on pût voir la maçonnerie.

On exécuta le tir d'essai contre le parapet qui surmontait la brèche projetée; le *point moyen touché*, ainsi obtenu, fut d'abord abaissé vers la portion du mur d'escarpe qu'on pouvait apercevoir, et ensuite déplacé verticalement jusqu'à ce qu'il coïncidât avec la droite de la tranchée horizontale. Après quelques salves, on reconnut, aux gerbes d'eau qui s'élevaient au-dessus du fossé, que les projectiles venaient fréquemment frapper au-dessous du niveau de l'inondation, c'est-à-dire que les coups étaient trop bas. Une légère correction de la hausse releva le tir de la hauteur voulue et l'angle, reconnu le meilleur, fut, comme nous l'avons dit, celui de 3° $^{8}/_{10}$.

Pour la formation de la tranchée horizontale, les deux dernières pièces tiraient de droite à gauche sur la moitié de droite, les deux premières pièces, de gauche à droite sur la moitié de gauche, puis elles revenaient en sens inverse et ainsi de suite. Après une salve dirigée sur un même point, on déplaçait latéralement le but à battre de 5 pieds.

L'observation était très-pénible; le relevé du tir étant apporté par des hommes de service, le tir d'essai en particulier fut retardé par la difficulté des communications entre les observateurs et la batterie, et demanda plusieurs heures.

Le second jour, c'est-à-dire le 25, à 7 heures du soir, après 359 coups en tout, on reconnut aux indices ordinaires que la tranchée horizontale traversait la maçonnerie de part en part, et le 26, à 8 heures du matin, les 4 pièces entamèrent, deux à deux, les tranchées verticales: après 106 coups et 3 heures de feu on put considérer celles-ci comme terminées.

La disparition de la partie visible de l'escarpe et la chute d'une partie des terres en arrière, ne laissaient plus aucun doute sur l'écroulement du mur.

Le tir destiné à renverser les terres du parapet fut pro-

visoirement différé, pour les raisons que nous avons exposées déjà, à propos de la brèche du bastion 11. La place s'étant rendue dès le 27, il ne fut pas exécuté.

Il avait fallu 465 coups en tout pour ouvrir la brèche. Après la prise de Strasbourg, on constata que les terres du parapet étaient restées debout, présentant une tranche verticale coupée à pic, et qu'en arrière de l'escarpe, à l'emplacement de la brèche, se trouvaient deux voûtes en décharge (on peut en voir le dessin sur la planche II). On remarqua, en outre, l'étonnante précision qui avait présidé à l'ouverture des tranchées verticales ; elle témoignait à la fois de la bonne direction donnée au tir, de la manière distinguée dont les pièces avaient été servies; enfin de l'action remarquable qu'on en pouvait attendre.

Après la prise de possession de Strasbourg par les troupes allemandes, le commandant de l'artillerie demanda immédiatement, à l'ingénieur en chef, général de Mertens, son avis sur l'état des brèches. Voici quelle fut la réponse de ce dernier :

« La brèche de la lunette 53, après quelques travaux de » déblaiement, et celle du bastion 11, dans l'état où elle » se trouve, peuvent être regardées comme praticables; » quant à celle du bastion 12, elle est restée inachevée. »

En ce qui concerne cette dernière, nous répéterons encore qu'elle n'a été ouverte que pour l'instruction spéciale de l'artillerie et que, dès le début, il n'était pas question de s'en servir pour donner passage à des colonnes d'assaut.

Dans divers écrits, on a critiqué, sur bien des points, les brèches exécutées à Strasbourg : le jugement du général de Mertens et les dessins joints à notre travail suffiront pour répondre aux reproches dont elles ont été l'objet.

Quant à ceux qui, n'ayant jamais vu une brèche de leur vie, s'imaginent qu'elles offrent toutes les commodités des grandes routes les plus fréquentées, ils trouveront toujours beaucoup à redire à celles qui ont été ouvertes à Strasbourg.

Quoique le but de cet écrit soit uniquement de donner

quelques explications sur l'emploi du tir plongeant, au siége de Strasbourg, on nous permettra cependant d'ajouter, comme conclusion, les deux propositions suivantes qui se dégagent, avec une certitude incontestable, de l'exposé qui précède ;

1° L'ouverture des brèches fut toujours en avance sur les travaux correspondants du génie ;

2° Elle eut une influence réelle sur la résolution de capituler, qui fut prise par le commandant de la place.

Le 24 septembre, le mur d'escarpe du bastion 11 et, le 25, celui du bastion 12 étaient complétement coupés, tandis que l'établissement de la descente de fossé, dans le couvre-face du bastion 11, n'eut lieu que dans la matinée du 27 ; or, dès l'après-midi de ce même jour, la place demandait à se rendre.

D'autre part, la proclamation du général Uhrich, adressée aux habitants de Strasbourg, débute ainsi :

« Ayant reconnu aujourd'hui que la résistance n'est plus »possible et le conseil de défense partageant à l'unani»mité ma manière de voir, j'ai dû avoir recours à la triste »nécessité d'entrer en pourparlers avec le commandant en »chef de l'armée assiégeante, etc... »

Dans sa lettre à son cousin, datée de Bâle, le 14 octobre 1870, le général Uhrich écrit encore ce qui suit :

« ..... Mon conseil de défense n'était pas de cet avis, et » nul n'oserait cependant mettre son énergie en doute. » Interrogé par moi, il m'a répondu, à l'unanimité, après » une longue délibération : 1° qu'il était impossible de s'op» poser à l'assaut avec quelques chances de succès ; 2° que » le moment de capituler était venu ! »

L'assaut était donc attendu par le défenseur, et, s'il l'attendait, on doit en conclure qu'il le regardait comme possible. Or, comme on ne peut, sans avoir fait brèche, donner l'assaut à une place comme Strasbourg, il s'ensuit naturellement que l'ouverture de la brèche a contribué, d'une manière effective, à déterminer la reddition de

la place, et que si la place est tombée de bonne heure, il faut réellement l'attribuer à ce que la brèche elle-même a été faite de bonne heure.

En se contentant, pour faire brèche, d'employer, comme autrefois, le tir de plein fouet, on serait arrivé au but beaucoup plus tard, puisqu'on n'aurait guère pu ouvrir le feu avant le 29 ou le 30 septembre. Enfin on se fût heurté alors à des difficultés d'une nature particulière dont l'examen serait tout à fait en dehors des limites de cet écrit.

DE DECKER,

Lieutenant-général, inspecteur du 1er arrondissement d'artillerie.

(Traduit de l'allemand par A. COLLET-MEYGRET, capitaine d'artillerie.)

DE LA TACTIQUE DES TROIS ARMES

ET DES MODIFICATIONS A Y APPORTER

POUR SATISFAIRE AUX EXIGENCES DE LA GUERRE ACTUELLE.

Conférence faite le 31 mai 1873 par le capitaine H. Brackenbury, de l'artillerie royale, à la « *Royal United Service Institution* ». (Traduit de l'anglais par le commandant de Grandry.)

Nous sommes arrivés aujourd'hui à un moment où la nécessité de modifier la tactique est généralement, pour ne pas dire universellement, reconnue. Les améliorations apportées dans l'armement des troupes rendent ces changements nécessaires; aussi, avant de déterminer dans quel sens elles doivent être faites, faut-il préalablement étudier ces divers perfectionnements.

Examinons d'abord la véritable base de toute tactique. L'objet qu'on se propose dans une bataille, c'est de briser la force morale de l'ennemi et de soutenir celle de ses propres troupes. Comme le dit très-bien Laymann : Il vaut mieux ne tuer que cinquante hommes dans un bataillon ennemi, si cette perte détermine la fuite du reste de la troupe, que d'en tuer cent, si le reste tient ferme (1).

Les moyens de briser cette force morale sont au nombre de deux dans la pratique : le feu et le choc. L'effet de chacun d'eux se trouve d'ailleurs fortement augmenté quand on peut y joindre la surprise. Depuis le moyen âge, la puissance du choc ne s'est pas accrue, tandis que celle du feu a pris un développement considérable. On peut donc poser en principe que l'objet principal de la tactique offensive moderne doit être d'obtenir un feu aussi intense et aussi juste que possible. C'est le moyen le plus certain d'abattre son ennemi.

(1) *De la Tactique*, par le capitaine Laymann, instructeur de tactique à l'École de guerre de Cassel.

D'un autre côté, par suite de cet accroissement de puissance du feu, il devient plus difficile de soutenir le moral de ses propres troupes. On ne peut y parvenir que par les moyens suivants :

Le premier de tous, c'est la discipline, entendue dans son plus noble sens : cette discipline qui ne repose pas uniquement sur une répression sévère, mais qui, comme dit Carlyle « est une sorte de miracle et a la foi pour mobile ». Les hommes doivent avoir foi en leurs officiers, en leur intelligence autant qu'en leur courage. Cette véritable discipline subsistera lors même que le soldat ne sera pas sous l'œil immédiat de son officier.

Le second moyen, c'est une éducation militaire donnée en vue de la guerre, de manière que le soldat ne se trouve pas paralysé en face de situations nouvelles pour lui, mais soit toujours prêt à agir le mieux possible dans toutes les circonstances, par suite de l'habitude et des connaissances qu'on lui aura données.

Le troisième consiste à donner au soldat de la confiance par des succès au début de la campagne. Une fois cette confiance détruite par de premiers revers, il est extrêmement difficile de la rétablir.

Un quatrième moyen consiste à couvrir les troupes pendant l'action, soit en utilisant pour le mieux les accidents de terrain, les obstacles naturels, soit en créant des abris naturels dans certaines conditions, si cela est nécessaire, soit enfin en faisant mouvoir les troupes de manière à les tenir en dehors des points où le feu ennemi est le plus dangereux.

En dernier lieu, il faut adopter les formations tactiques dans lesquelles les troupes devront le moins souffrir du feu.

La discipline, l'éducation militaire et les succès au début de la campagne sont le résultat de la conduite et de l'organisation pendant la paix. L'éducation militaire donnée en temps de paix pourra seule apprendre à un offi-

cier comment il doit protéger ses troupes contre le feu lorsqu'il les mène au combat. C'est aussi pendant la paix qu'il faut prendre des décisions rèlativement à la tactique : tout changement adopté au commencement ou pendant le cours d'une campagne ébranlerait le moral des troupes et diminuerait leur confiance.

Pour arriver à des formations tactiques raisonnables, il faut préalablement se rendre bien compte des effets et de la puissance des feux. Jusqu'à présent ces formations reposent sur les feux tels qu'on les connaissait sous le premier Napoléon. Le feu de l'infanterie était alors lent et très-peu précis : il ne donnait de résultats sérieux qu'à 200 ou peut-être 250 mètres. Celui de l'artillerie était efficace jusqu'à 1 500 mètres, mais l'éclatement des obus était relativement peu redoutable : l'action réelle du canon se produisait dans la zone de la mitraille, c'est-à-dire entre 500 et 200 mètres, immédiatement avant d'arriver sous le feu effectif de l'infanterie. C'est dans ces conditions qu'on a pu voir des formations comme celle de la colonne de Macdonald, à Wagram, composée de trois divisions, dont l'une avait ses bataillons déployés, tandis que les deux autres étaient sur les flancs en colonnes de bataillons. La colonne de d'Erlon, à Waterloo, composée de quatre divisions, chacune s'avançant en colonne sur le front d'un bataillon déployé, et la colonne droite de Ney, à Friedland, avec un front de 66 files et une profondeur d'environ 80 rangs, en donnent d'autres exemples. L'artillerie, sûre de protéger son front par la mitraille, pouvait se porter en avant, à moitié chemin, entre les deux lignes de bataille, et, de là, par un feu à brûle-pourpoint, démoraliser l'ennemi, préparer une attaque victorieuse de l'infanterie, puis la suivre dans son mouvement. L'admirable manœuvre de Sénarmont et de ses 30 bouches à feu, à Friedland, le mouvement des batteries de 100 canons de Lauriston et de Drouot, à Wagram, celui

de la batterie de 80 pièces de Ney, à Waterloo, présentent des exemples remarquables de cette tactique.

Que deviendraient ces formations en face des armes actuelles ? Examinons les prodigieux changements qui ont été introduits dans le feu de l'artillerie et dans celui de l'infanterie.

Prenons un bataillon que nous supposerons de 800 hommes et divisé en 8 compagnies de 50 files. Admettons qu'il soit formé en colonne à quart de distance, d'abord par compagnie, occupant ainsi, avec 31 mètres de front, le rectangle pointillé, puis par deux compagnies de front, occupant le rectangle à traits pleins. A la distance de 3000 mètres, sur dix coups tirés par le canon anglais de 9 livres, sept frapperont la seconde formation et neuf atteindront la première. A 1 075 mètres, tous les coups frapperaient le bataillon en colonne par compagnie.

Tir du Canon de 9 livres
contre un Bataillon d'Infanterie en Colonne

Echelle $\frac{1}{1440}$

Fig 1.

Angle de tir 10°

Portée moyenne — 3292 Yards (3010m)

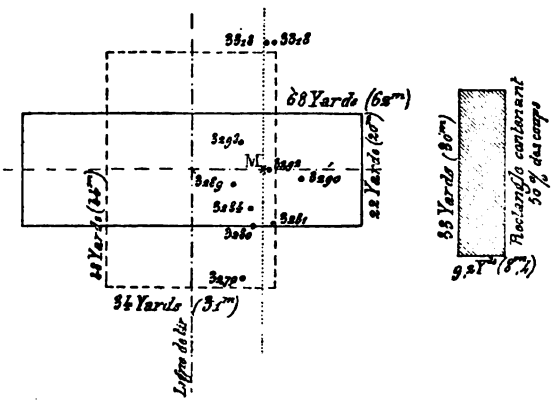


Fig. 2.

Angle de tir 5°

Portée moyenne – 2209 Yards (1837m)

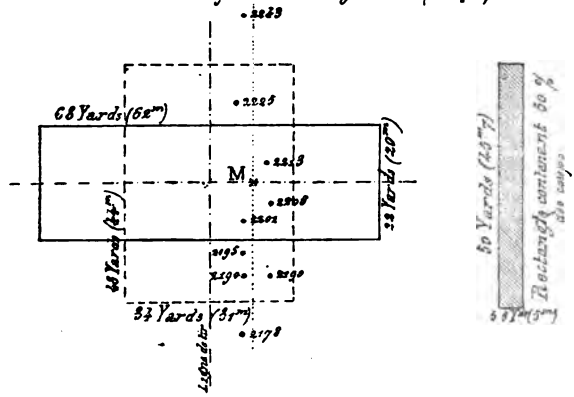
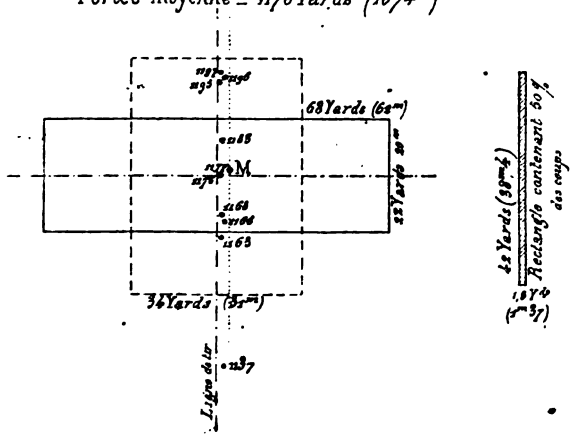


Fig. 3.

Angle de tir 2°

Portée moyenne – 1176 Yards (1074m)



Après s'être rendu compte des effets du feu d'artillerie sur un bataillon en colonne, on verra, par les chiffres suivants, ceux qu'il produit sur un bataillon en ligne. Sur un but ayant $13^m,75$ de front et $2^m,75$ de hauteur, les nombres d'éclats meurtriers ou de balles produits par les obus ordinaires et les shrapnels dans les canons anglais de 9 et de 16 livres sont, pour 10 coups [1] :

DISTANCES.	PROJECTILES.	ÉCLATS MEURTRIERS OU BALLES.	
		Canon de 9 livres.	Canon de 16 livres.
1370 mètres (1 500 yards) ..	Obus ordinaire.	46	36
Id.	Shrapnel.	92	345
1820 mètres (2 000 yards) ..	Obus ordinaire.	26	30
Id.	Shrapnel.	75	276
2300 mètres (2 500 yards) ..	Obus ordinaire.	24	36
Id.	Shrapnel.	100	131
2750 mètres (3 000 yards)...	Obus ordinaire.	13	32
Id.	Shrapnel.	66	105

Le front d'une compagnie de 50 files est de 30 mètres sur $1^m,78$ de hauteur.

On fera observer ici que l'Angleterre, dans ces derniers temps, a perfectionné le shrapnel de manière à augmenter considérablement ses effets. Dans les guerres récentes, et même dans la guerre de 1870, on n'a pu se faire une idée exacte de l'efficacité de ce projectile; les Prussiens n'avaient pas de shrapnel proprement dit, et celui des Français était à peu près inoffensif. Le tableau précédent montre combien le feu du shrapnel anglais actuel est terrible, même aux grandes distances, sur des lignes de troupes.

Le feu de l'infanterie sur les troupes, dans les différentes formations qu'elles peuvent prendre, est aussi très-meurtrier, comme on le voit dans le tableau suivant :

---

[1] On rappelle que les shrapnels de 9 liv. contiennent 63 balles, et ceux de 16 liv., 119 balles. (*Note du traducteur.*)

BUT.		POUR CENT avec le fusil Snider à [1]		
		189 mètres (200 yards)	457 mètres (500 yards)	731 mètres (800 yards)
BATAILLON	en ligne	96	80,5	59
	en colonne par compagnie à 1/4 de distance	99,61	98,05	95,86
	en colonne à 1/4 de distance sur 2 compagnies de front	99,53	97,73	95,07

[1] Ces chiffres proviennent des moyennes de tir individuel exécuté à l'École de tir de Hythe : ils paraissent un peu exagérés. (*Note du traducteur.*)

Il est évident que ces résultats, aussi bien pour l'infanterie que pour l'artillerie, ne représentent pas en réalité ce qui aura lieu sur un champ de bataille, où la justesse du tir sera notablement diminuée par suite de l'animation du combat, de la fumée et de la difficulté qu'on éprouve à pointer convenablement pendant l'action. Néanmoins, ils donnent une idée de l'immense supériorité des feux actuels sur ceux du passé. Il faut, en outre, observer que le feu de l'infanterie a non-seulement une justesse et une portée plus grandes qu'autrefois, mais que la rapidité du tir est aussi devenue infiniment plus considérable.

Si on pouvait obtenir en réalité sur un champ de bataille des effets comme ceux qui viennent d'être indiqués, on pourrait, sans hésiter, affirmer que les mouvements de troupes sous le feu sont devenus impossibles et que ceux qui les tenteraient s'exposeraient à une destruction complète et rapide. Les résultats qui se produisent dans la pratique sont suffisants pour qu'on puisse regarder comme inattaquable de front, en formation serrée quelconque, toute position occupée par de bonnes troupes, tant que ces troupes ne seront pas démoralisées par le feu, en supposant que les assaillants doivent parcourir un espace de terrain découvert, ce qui aura toujours lieu sur une étendue plus ou moins grande.

L'étude des guerres de 1866 et 1870 fournit de nombreux exemples à l'appui de cette affirmation. On ne voit plus, il est vrai, dans ces guerres les épaisses colonnes employées jadis, mais d'une part les Autrichiens et les Français attaquent en ligne, de l'autre les Prussiens se portent au combat en colonnes de bataillons ou en ligne composée de colonnes serrées plus petites et formées soit de demi-bataillons, soit de compagnies.

Examinons d'abord la bataille de Gitschin en 1866. Sur la gauche des Autrichiens, à un moment important de la journée, un bataillon prussien, en colonne d'attaque de bataillon, voulut déboucher du village d'Unter-Lochow contre les Autrichiens qui, armés de fusils se chargeant par la bouche, occupaient le bord d'un plateau situé à l'est. Les troupes prussiennes avaient à traverser une prairie complétement découverte. Elles ne purent continuer leur attaque. A peine eurent-elles parcouru une petite distance, qu'elles eurent à souffrir affreusement; la démoralisation se mit dans les rangs et le bataillon se coucha sur le terrain découvert, pendant que ses cadres essayaient en vain de faire continuer le feu contre les Autrichiens du plateau.

Sur la droite des Autrichiens, pendant la période peut-être la plus critique de la bataille, au moment où les Prussiens, qui avaient étendu outre mesure leur aile gauche, n'avaient plus qu'un seul bataillon en réserve derrière le village de Podulsch, six bataillons autrichiens s'avancèrent de Tetschin, trois dirigés sur Zames et trois sur Diletz. Ces trois derniers se portèrent en avant sur deux lignes, couverts par des tirailleurs. Deux compagnies prussiennes étaient placées dans les vergers au nord-est du village, soutenues par une troisième compagnie et les tirailleurs de deux autres compagnies ; ils avaient ainsi en tout moins d'un bataillon. Les deux lignes autrichiennes s'avancèrent avec la plus grande bravoure. A 350 pas, elles furent reçues par une salve puis par un feu indivi-

duel : elles continuèrent leur mouvement sous ce feu, mais quoiqu'elles fussent formées d'un des meilleurs régiments de l'armée, avant d'arriver à 150 pas de l'ennemi elles durent s'arrêter ; elles étaient dans un tel état de démoralisation que les hommes s'enfuirent à toutes jambes. Pendant ce temps, deux bataillons autrichiens se portaient en ligne sur Zames. Le seul bataillon prussien laissé en réserve fut envoyé pour repousser cette attaque de flanc qui pouvait être fatale : deux de ses compagnies atteignant le village suffirent pour repousser les bataillons autrichiens grâce à la rapidité de leur feu.

De tous les exemples que peut donner la guerre de 1870, le plus remarquable est, sans contredit, l'attaque de trois brigades prussiennes contre Saint-Privat. Il est trop connu pour qu'on en donne une description détaillée. Les Prussiens se portèrent en avant avec leur front couvert de tirailleurs suivis de leurs soutiens, le reste formait deux lignes de colonnes de demi-bataillon. Ces colonnes de demi-bataillon ne présentent que 6 rangs de profondeur, et cependant quel fut le résultat de cette attaque ? En admettant même comme exagérés les chiffres que donne le duc de Wurtemberg qui dit que les Prussiens, en dix minutes, perdirent 6 000 hommes sur 18 000, il n'en est pas moins certain qu'ils furent dans l'impossibilité de continuer l'attaque sur ce terrain découvert.

Un autre exemple, que l'on trouve dans le *Wellington Prize Essay* du lieutenant Maurice, est celui du 93e régiment français à Rezonville, qui, sous le feu d'une batterie de 24 pièces à 2 000 pas, éprouva de telles pertes en se portant en avant, en ligne, qu'il fut complétement incapable de continuer son mouvement.

Voyons maintenant quels résultats a produits l'expérience de ces guerres dans la tactique prussienne. Antérieurement à 1870 on lisait dans le règlement prussien :

« La colonne d'attaque de bataillon est la base de la » formation de combat pour l'infanterie : elle convient

» également à l'offensive, à la retraite lorsque celle-ci est » menacée par la cavalerie et à tous les mouvements, etc. » Elle réunit l'indépendance, la force et la mobilité, et on » doit regarder comme un principe fondamental que, dès » qu'un bataillon se prépare au combat, il doit prendre » cette formation avec les subdivisions de tirailleurs en » arrière. »

Dans les modifications apportées au règlement d'infanterie après la guerre, on trouve ceci : « Par suite de la » puissance et de l'intensité du feu, les formations pro- » fondes, comme les colonnes de bataillon, ne doivent pas » rester serrées lorsqu'elles peuvent être atteintes par » l'artillerie. Même les demi-bataillons ne présentent pas » d'avantages considérables pour réduire la largeur du » front ou pour augmenter la mobilité. »

Enfin, les dernières modifications, en date du 24 mars 1873, commencent ainsi : « Actuellement, lorsqu'on est » sous le feu de l'ennemi, on ne doit employer la colonne » de bataillon que dans des circonstances toutes spéciales. » La formation normale de combat de la première ligne » doit être la colonne de compagnie. » En d'autres termes, le bataillon est reconnu comme étant une unité trop considérable, et c'est son quart seulement qui doit constituer l'unité réelle aussitôt qu'on se trouve dans la zone du feu ennemi.

Ceci posé, voici ce qu'on lit encore dans le nouveau règlement prussien : « Notre infanterie, avec le dévelop- » pement que reçoit son instruction sur le tir, pourra tou- » jours, par son feu seul, repousser l'attaque de front ten- » tée par l'ennemi, même par le plus audacieux. On doit » inspirer et fortifier chaque jour dans l'infanterie la con- » viction profonde qu'elle est inattaquable en face et » qu'elle ne peut avoir quelque chose à craindre que lors- » qu'elle tourne le dos. Une infanterie dont les flancs sont » assurés, qui n'est pas troublée par des pertes causées » par un feu éloigné, qui oppose avec sang-froid un feu

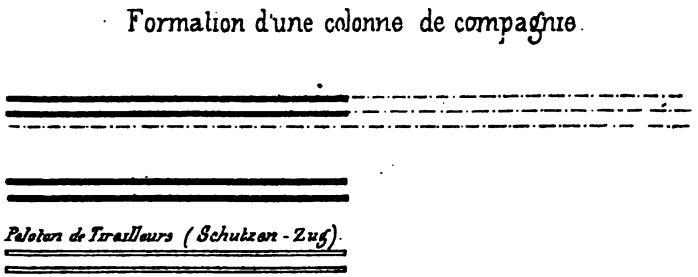
» de salve à l'assaut de l'ennemi, est invincible. La sécu-
» rité des flancs est de la plus grande importance, et plus
» les soutiens de la première ligne seront tenus en arrière,
» mieux on atteindra ce résultat. »

Ainsi on reconnaît la puissance absolue de la défense de front aussi bien que la nécessité de se former en petites unités, aussitôt qu'on se trouve sous le feu ennemi et qu'on se dispose à attaquer. On admet en même temps que les flancs sont les points faibles et qu'il est nécessaire de les renforcer par des soutiens placés assez loin en arrière pour s'opposer efficacement aux mouvements tournants.

Les Prussiens ont par suite supprimé comme formation de combat la colonne de bataillon, celle de demi-bataillon, et lui ont substitué la colonne de compagnie, c'est-à-dire une masse peu considérable, qui ne présente que quatre rangs de profondeur lorsque le peloton de tirailleurs (*Schützen-Zug*) s'est porté en avant, ou six rangs au plus (3 lignes de deux rangs) lorsqu'ils sont dans la colonne.

Fig. 4.

Formation d'une colonne de compagnie.



Ils ont ainsi substitué « une chaîne flexible à la barre de fer d'autrefois », une ligne élastique qui, beaucoup mieux qu'un bataillon serré en masse ou en ligne, pourra se mettre à l'abri. On va voir comment cette formation se porte au combat. Ce sont les tirailleurs qui conduisent l'attaque : les troupes en arrière d'eux ne sont en réalité que des réserves qui entretiennent constamment cette

peut se diviser en sections de 8 à 12 hommes, chacune ayant un commandement séparé.

Pour porter ces troupes en avant, il n'y a pas de règle absolue, pas de formation prescrite. Les soutiens doivent, comme cela leur est prescrit, suivre la ligne des tirailleurs, en ligne ou en colonne, la colonne pouvant être par pelotons, par sections, ou même exceptionnellement par files, de manière à se conformer à tous ses mouvements. Chacun d'eux doit prendre en arrière la formation la mieux appropriée au terrain sur lequel il se trouve. Chaque officier commandant un des soutiens, de même que chaque officier commandant les réserves, est responsable de la position qu'occupe sa troupe.

Suivons les progrès du combat. La ligne de tirailleurs gagne du terrain. Si le besoin se fait sentir de lui donner de l'extension sur un de ses flancs, les soutiens permettent d'atteindre rapidement ce résultat. Si, d'un autre côté, il faut renforcer son centre, si, en quelque point de la ligne, il est opportun d'augmenter le feu, les soutiens peuvent se porter tout entiers sur cette ligne. Dans tous les cas, ils s'étendent ou se portent en avant sous la responsabilité de l'officier qui commande chaque compagnie, ou, s'ils sont formés de groupes plus petits, sous la responsabilité de l'officier qui commande chaque groupe. En même temps que les premiers soutiens s'étendent, d'autres troupes viennent prendre leur place. Chacun prend position dans la ligne de combat avec la certitude complète que la place qu'il avait en arrière sera occupée. On ne peut avoir l'appréhension de ne pas être soutenu : chaque officier est habitué à suivre la marche du combat et ne redoute pas la responsabilité. Son éducation militaire la lui fait accepter sans crainte et il est exercé à en user pour le mieux. De cette manière, *la ligne de tirailleurs devient la vraie ligne de combat.* Elle n'a plus pour objet de couvrir simplement la ligne de combat, mais elle se substitue à elle. Renforcée ainsi successivement par de petites

troupes qui s'avancent en ordre dispersé et qui sont remplacées, comme soutiens, par des troupes fraîches tirées des réserves en arrière, la ligne de combat peut atteindre une grande force. Petit à petit, morceau par morceau, elle est alimentée par des groupes dont aucun n'est en formation serrée. Elle s'approche ainsi peu à peu de l'ennemi en maintenant, par ce système d'alimentation successive, un feu d'infanterie intense qui démoralisera les troupes opposées.

Examinons maintenant ce qu'est devenue, au moment où l'attaque finale doit se faire, cette ligne de tirailleurs, qui a pu absorber des bataillons entiers. C'est une ligne, mais une ligne qui n'est pas rigide, qui dépend de la configuration du terrain, qui est parvenue au point où elle se trouve en petites troupes, en ordre de combat, sans avoir à essuyer ces pertes écrasantes qui auraient abattu son moral et qui attendent inévitablement toute marche en avant ou toute tentative de marche en avant d'une ligne rigide de la même force. Elle y est arrivée par la seule méthode avec laquelle il soit possible d'amener aujourd'hui une troupe près de l'ennemi, et dirige sur lui un feu violent. Vient alors l'attaque finale : cette ligne, successivement renforcée, formant comme un essaim de combattants, se précipite en avant, suivie de près par les soutiens les plus rapprochés. C'est de la manière suivante que le règlement prussien décrit ce mouvement : « Si » l'infanterie ennemie paraît ébranlée sur un point quel- » conque de la position qu'elle occupe, la ligne de tirail- » leurs se précipite vivement à l'assaut, concentrant son » effort sur ce point faible et suivie par les soutiens les » plus rapprochés, qui se sont tenus cachés jusqu'à ce » moment. Pendant que ces derniers s'avancent en divi- » sions serrées, les officiers doivent s'efforcer de les avoir » toujours et rapidement sous la main, pour résister à » une contre-attaque de l'ennemi. En même temps, les » divisions en arrière se rapprochent vivement. »

Tel est le système de tactique actuellement employé pour l'attaque de l'infanterie. Il repose sur deux principes : le premier, que le front d'une position occupée par de bonnes troupes ne peut être assailli que lorsqu'elles auront été démoralisées par un feu supérieur ; le second, que, dans tous les cas où on n'a pas d'abris, c'est gaspiller inutilement la vie des hommes que de les amener, en formation serrée, sous le feu de l'ennemi.

Cette formation profonde, par groupes successifs, présente de nombreux avantages. Elle permet de soutenir rapidement la ligne avancée ; elle peut en un instant renforcer les flancs, et on doit se rappeler ici que les attaques de flanc, non-seulement sur l'ensemble d'une position, mais même partielles sur un point quelconque de cette position, seront une conséquence forcée de la grande difficulté que présentent les attaques directes de front. Un courant constant de soutiens est entretenu sans discontinuité de l'arrière du front de combat. Si ce front doit reculer, il se replie exactement comme une ligne d'avant-postes, sur des groupes de plus en plus considérables ; il est soutenu moralement par l'assurance de trouver en dernier ressort des réserves compactes et solides.

Pour que ce genre de tactique réussisse complétement, il faut que certaines conditions se trouvent remplies. Il faut d'abord que l'infanterie se trouve subdivisée d'une manière rationnelle en groupes dont l'effectif ira en diminuant graduellement et dont chacun pourra agir d'une manière indépendante. Depuis que le combat doit s'engager en ordre déployé, que l'effet du feu est devenu aussi sérieux, au milieu du bruit qui lui-même se trouve augmenté, la surveillance d'un groupe d'hommes considérable, sur la ligne de combat, devient très-difficile, et cependant la nécessité d'une surveillance attentive est encore plus nécessaire que par le passé. Par conséquent, le commandement sur cette ligne de combat doit être divisé au moment de l'action en petites fractions. Loin du feu,

on peut commander un plus grand nombre d'hommes, la formation étant plus serrée; mais le commandement supérieur ne peut s'exercer sur un front développé; il doit s'étendre plutôt en profondeur qu'en largeur.

En outre, pour atteindre le succès par ce procédé, il faut une éducation militaire complète, non-seulement une bonne instruction d'exercice, mais un véritable *entraînement* à la tactique de combat. La théorie a son importance, mais l'instruction tactique en vue du combat en a une plus grande. Toute la valeur du système qu'on a exposé dépend, il faut le reconnaître, du talent des officiers qui commanderont les petites unités, de leur sang-froid et de leur connaissance de toutes les circonstances de la guerre. Ils doivent agir sous leur propre responsabilité et, comme le dit parfaitement le lieutenant Maurice : « La grande nécessité pour nous aujourd'hui est le développement chez les officiers de l'habitude de l'action » individuelle et indépendante. Dans les conditions actuel- » les de la guerre, c'est la base essentielle sur laquelle » tout repose. L'armée devient, au lieu d'une machine, » un organisme véritable, et la manière dont elle fonc- » tionnera dépend complétement de la force vitale qui » sera infusée dans chacun de ses membres. » Voilà ce que les Prussiens ont admirablement reconnu, ce à quoi ils travaillent avec ardeur.

On reproche à ce nouveau système de tactique de faire disparaître la solidité traditionnelle du soldat anglais. Son triomphe a toujours été dans la marche et dans l'attaque en ligne. C'est dans cet ordre seulement, dit-on, que les hommes peuvent être bien dans la main de leurs officiers. Sans doute, les officiers ont alors plus d'action sur leur troupe; mais il faut, de toute nécessité, admettre ce que les Prussiens admettent aujourd'hui : qu'il n'y a pas de troupe au monde qui puisse, en formation serrée, en terrain découvert, tenir sous le feu. La perte maxima que puisse supporter une troupe sans fléchir est de 30

pour cent, d'après les Allemands. On peut, si on veut, par amour-propre national, augmenter la proportion pour les troupes anglaises et dire que ces troupes ont perdu 50 pour cent à la bataille d'Albuera. D'après ce qu'on a vu, les pertes d'une troupe s'avançant en ligne, en ordre serré, sous le feu des armes nouvelles, seront encore de beaucoup supérieures, et nos soldats actuels ne sont pas meilleurs que ceux de la Péninsule.

Une autre objection contre la nouvelle tactique, c'est le mélange qui en résulte dans les troupes. Tout au contraire, cette formation, toute en profondeur, empêchera plutôt ce mélange. Ce n'est, en effet, que lorsque le dernier homme de chaque bataillon se sera porté sur un front, relativement restreint, que ceux des autres bataillons paraîtront. D'ailleurs, le mélange est inévitable d'une manière absolue : sur tous nos champs de bataille de Crimée, à l'Alma, à Inkermann, on a pu le constater.

Dans les modifications de tactique qui sont actuellement en expérience dans l'armée anglaise, on ne s'avance que timidement dans la voie nouvelle. On n'admet que deux sortes de formations : la ligne pleine et la ligne avec les files, les files ouvertes à un yard ($0^m,91$) d'intervalle. De plus, on ne tient pas assez compte de la nécessité d'étendre cette responsabilité aux commandants des petites unités, ce qui est l'exercice même de la nouvelle tactique de combat. Cette responsabilité ne s'étend pas au delà des commandants de demi-bataillons. Dans l'armée prussienne, c'est sous leur responsabilité personnelle que se mettent en mouvement ceux qui commandent les soutiens et qu'ils changent leur formation. C'est également sous leur propre responsabilité que marchent à la suite les commandants des corps en arrière. Le chef de la compagnie anglaise doit attendre, au contraire, les ordres du commandant de demi-bataillon.

Il faut en arriver à cette extension de la responsabilité; mais, avant tout, la première chose à faire est d'arriver à

exercer nos officiers de compagnie à la guerre pratique, nos hommes à la discipline du feu et à la discipline de combat. Dans le règlement prussien de mars 1873 on lit ceci : « La multiplicité des unités, le développement con-
» sidérable de fortes lignes de tirailleurs pourraient pro-
» duire un flottement désastreux dans les combinaisons
» tactiques. On ne peut faire disparaître ce danger que
» par la connaissance parfaite, de la part des officiers,
» des formations de combat, par la discipline au feu et
» au combat poussée au plus haut degré et basée sur
» une instruction théorique solide et complète. » Pour atteindre ce résultat, il ne faut pas se laisser arrêter par les difficultés qui résultent, pour les manœuvres pratiques, de la division des propriétés : il faut les surmonter à tout prix. Sans cela, officiers et soldats arriveront mal instruits sur le champ de bataille, et la défaite sera le fruit de leur inexpérience.

Une éducation militaire du même genre est aussi nécessaire pour la défense que pour l'attaque. D'abord, la défense est ou ne doit jamais être passive : elle doit pouvoir se changer, à certains moments et sur certains points, en offensive. Dans tous les cas, les principes de formation en profondeur sont aussi importants pour la défense que pour l'offensive. Si on suppose un terrain découvert en avant du front qu'on occupe, circonstance très-favorable pour l'emploi des armes actuelles, voici les prescriptions du dernier règlement prussien : « La puissance
» que donne à l'infanterie sur son front l'efficacité du feu
» dont elle dispose, désigne comme points faibles à l'as-
» saillant les flancs de la ligne de combat. Une formation
» profonde est, pour la défense, le meilleur moyen de
» parer à ce danger. Des divisions tenues en arrière, par
» un simple mouvement et sans se porter sur la ligne de
» combat proprement dite, prendront en flanc l'attaque
» de flanc de l'ennemi. Dans un pays accidenté, en parti-
» culier, des corps d'une force convenable, compagnies

» ou subdivisions, devront se tenir prêts dans ce but, » en arrière, vers les flancs de la ligne de feux, et cachés » aussi complétement que possible. » L'état-major général prussien a même l'intention de généraliser ce principe de formation en profondeur, d'après lequel le front n'est occupé que par des troupes relativement peu nombreuses et les réserves sont tenues prêtes en arrière, et de l'appliquer à des corps composés des trois armes.

La question de la tactique de la cavalerie a été traitée déjà d'une manière tellement complète qu'il n'y a pas lieu d'y revenir [1]. On dira seulement que le rôle de la cavalerie est changé aujourd'hui. Elle ne doit plus, si ce n'est en de bien rares circonstances, agir en masse sur le champ de bataille, mais, ce qui exige beaucoup plus de courage et d'intelligence, elle doit constituer les yeux et les oreilles de l'armée et lui servir en même temps d'écran, de manière à soustraire ses mouvements aux vues de l'ennemi.

Traduit par le Chef d'escadron d'artillerie,
F. DE GRANDRY.

(A suivre.)

---

[1] Cette question a été développée, au commencement de cette année, devant les membres de l'*United service Institution*, par le colonel Baker, un des officiers de cavalerie les plus compétents. Le colonel Baker, du 10e hussards, commandait une brigade de cavalerie pendant les grandes manœuvres d'automne de l'armée anglaise en 1872 : on y a beaucoup remarqué la manière active et intelligente avec laquelle il dirigeait les reconnaissances. (*Note du traducteur.*)

SUR L'ÉTABLISSEMENT ET L'USAGE
DES TABLES DE TIR.

(Suite.) [1]

§ 9. — Il nous reste à développer les calculs auxquels conduit, appliquée au cas général de la formule (3), la condition du minimum de la somme $\Sigma g_i \delta_i^2$. Nous arriverons, et c'est là une propriété importante de la méthode que nous allons exposer en détail, à des formules très-régulières, avec lesquelles le rapporteur peut dresser à l'avance un tableau synoptique des calculs à faire, de sorte que ces calculs marcheront sans préoccupation théorique et sans contention d'esprit, pourront être interrompus à un instant quelconque sans qu'on ait à craindre d'être obligé ensuite à des retours en arrière..., etc. Une autre propriété non moins importante de la méthode consiste en ce que, sans rien arrêter à l'avance, elle fournit des degrés successifs d'approximation serrant de plus en plus près les données inscrites dans le tableau récapitulatif, et à chacun desquels on pourra s'arrêter si on juge l'approximation suffisante.

Nous désignerons par X la variable indépendante ou argument, et par Y la fonction; de plus, comme les seconds membres des équations (3) et (4) présentent encore la variable en dehors du polynome $k_0 + k_1 X + k_2 X^2 + \cdots$, nous prendrons la formule d'interpolation sous la forme très-générale

$$Y = f(X) . (k_0 + k_1 X + k_2 X^2 + \cdots), \qquad (5)$$

$f(X)$ désignant une fonction quelconque supposée connue, fonction qui peut se réduire soit à une constante, soit à l'unité.

Écrivons le polynome entre parenthèses avec $p + 1$ termes, ce qui donne

[1] Voir la livraison du mois d'août.

$$Y_p = f(X) \,.\, (k_0 + k_1 X + k_2 X^2 + \cdots + k_p X^p), \qquad (5')$$

et désignons par

n le nombre, supposé plus grand que $p+1$, des valeurs inscrites dans le tableau récapitulatif des observations,

x_i la valeur de l'argument correspondant à la $i^{\text{ème}}$,

y_i celle de la fonction,

g_i le poids de cette dernière (si on ne tient pas compte des poids, il faudra faire $g_i = 1$ dans nos formules),

u_i la valeur que prend $f(X)$ pour $X = x_i$,

δ_i l'écart entre la valeur y_i et celle qu'on lui substituera, c'est-à-dire la différence

$$\delta_i = u_i(k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2 + \cdots k_p x_i^p) - y_i. \qquad (6)$$

Pour rendre minimum la somme $\Sigma g_i \delta_i^2$, il faut égaler à zéro ses dérivées par rapport à chacune des inconnues. Soit k_μ une quelconque de celles-ci; la dérivée de δ_i par rapport à k_μ est $u_i x_i^\mu$, et par conséquent celle de $g_i \delta_i^2$ est $2 g_i u_i x_i^\mu \delta_i$; il faut donc écrire

$$\Sigma g_i u_i x_i^\mu \delta_i = 0, \qquad (7)$$

et si on pose, pour abréger,

$$\left.\begin{aligned} \Sigma g_i u_i^2 x_i^\mu &= \varphi(\mu) \\ \Sigma g_i u_i y_i x_i^\mu &= \psi(\mu) \end{aligned}\right\}, \qquad (8)$$

cette équation devient, après qu'on a remplacé δ_i par sa valeur,

$$\varphi(\mu)k_0 + \varphi(\mu+1)k_1 + \varphi(\mu+2)k_2 + \cdots + \varphi(\mu+p)k_p = \psi(\mu). \qquad (7')$$

Tel est le type commun des $p+1$ équations qu'il faut résoudre, type d'où chacune de celles-ci se déduit en remplaçant μ successivement par

$$0,\ 1,\ 2,\ 3 \ldots\ldots p.$$

Ces équations, qu'il est inutile d'écrire toutes ici, s'appellent les *équations normales*.

Nous les résoudrons par la méthode des coefficients indéterminés, que nous appliquerons de la manière sui-

vante. Les supposant dans l'ordre qu'indiquent les chiffres ci-dessus, ajoutons-les ensemble — une première fois après les avoir multipliées par 1, 0, 0 ... ; — une seconde fois après les avoir multipliées par α_1, 1, 0, 0 ... ; — une troisième fois par α_2, β_2, 1, 0, 0 ... ; — une quatrième fois par α_3, β_3, γ_3, 1, 0, 0 ... etc. Pour abréger, adoptons les notations suivantes, où χ désigne l'une ou l'autre des deux fonctions φ, ψ, et μ un quelconque des nombres 0, 1, 2, 3 ... p :

$$\left.\begin{array}{l}\chi_1(\mu) = \alpha_1\chi(\mu) + \chi(\mu+1)\\ \chi_2(\mu) = \alpha_2\chi(\mu) + \beta_2\chi(\mu+1) + \chi(\mu+2)\\ \chi_3(\mu) = \alpha_3\chi(\mu) + \beta_3\chi(\mu+1) + \gamma_3\chi(\mu+2) + \chi(\mu+3)\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\end{array}\right\}, \quad (8)$$

et déterminons nos arbitraires α, β, γ... par les conditions

$$\left.\begin{array}{ll}\varphi_1(\mu) = 0 \text{ pour } \mu = 0 \dots\dots\dots & (1 \text{ équation})\\ \varphi_2(\mu) = 0 \text{ pour } \mu = 0 \text{ et } \mu = 1 & (2 \text{ équations})\\ \varphi_3(\mu) = 0 \text{ pour } \mu = 0,\ 1 \text{ et } 2 & (3 \text{ équations})\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots & \\ \varphi_h(\mu) = 0 \text{ pour } \mu < h \dots\dots\dots & (h \text{ équations})\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots & \end{array}\right\}. \quad (9)$$

Il vient alors

$$\left.\begin{array}{r}\varphi(0)k_0 + \varphi(1)k_1 + \varphi(2)k_2 + \dots + \varphi(p)k_p = \psi(0)\\ \varphi_1(1)k_1 + \varphi_1(2)k_2 + \dots + \varphi_1(p)k_p = \psi(1)\\ \varphi_2(2)k_2 + \dots + \varphi_2(p)k_p = \psi(2)\\ \dots\dots\dots\dots\\ \varphi_p(p)k_p = \psi(p)\end{array}\right\}. \quad (10)$$

En traitant chacun des groupes (9) de la même manière que nous avons traité les équations normales, le premier devient :

$$\varphi(0)\alpha_1 + \varphi(1) = 0,$$

le second :

$$\left.\begin{array}{r}\varphi(0)\alpha_2 + \varphi(1)\beta_2 + \varphi(2) = 0\\ \varphi_1(1)\beta_2 + \varphi_1(2) = 0\end{array}\right\},$$

le troisième :

$$\left.\begin{aligned}\varphi(0)\alpha_3+\varphi(1)\beta_3+\varphi(2)\gamma_3+\varphi(3)&=0\\ \varphi_1(1)\beta_3+\varphi_1(2)\gamma_3+\varphi_1(3)&=0\\ \varphi_2(2)\gamma_3+\varphi_2(3)&=0\end{aligned}\right\},$$

... etc. Si nous divisons chacune de ces équations par le coefficient de son premier terme, et si nous posons

(a)	(b)	(c)	etc.	Observation.
$a=-\frac{\varphi(1)}{\varphi(0)}$	$b=-\frac{\varphi(2)}{\varphi(0)}$	$c=-\frac{\varphi(3)}{\varphi(0)}$	....	Le rang de la lettre dans l'alphabet est égal au chiffre qui est écrit au numérateur, et le nombre des accents à celui qui est écrit au dénominateur.
	$b'=-\frac{\varphi_1(2)}{\varphi_1(1)}$	$c'=-\frac{\varphi_1(3)}{\varphi_1(1)}$	....	
		$c''=-\frac{\varphi_2(3)}{\varphi_2(2)}$	....	
			....	

(11)

elles prennent la forme suivante :

(1)	(2)	(3)	etc.
$\alpha_1=a$	$\alpha_2=a\beta_2+b$	$\alpha_3=a\beta_3+b\gamma_3+c$	.....
	$\beta_2=b'$	$\beta_3=b'\gamma_3+c'$	.....
		$\gamma_3=c''$	.....
			.....

(12)

Nos diverses quantités auxiliaires se peuvent calculer ainsi, de proche en proche, en prenant les colonnes du tableau (12) de bas en haut et les supposant intercalées parmi celles du tableau (11) dans l'ordre : (a), (1), (b), (2), (c), (3)....

En posant encore

$$L_0=\frac{\psi(0)}{\varphi(0)},\quad L_1=\frac{\psi_1(0)}{\varphi_1(1)},\quad L_2=\frac{\psi_2(0)}{\varphi_2(2)},\quad \ldots L_p=\frac{\psi_p(0)}{\varphi_p(p)},\quad (13)$$

les équations (10) deviennent

$$\left.\begin{array}{l} k_0 = L_0 + ak_1 + bk_2 + ck_3 + \cdots \\ k_1 = \qquad L_1 + b'k_2 + c'k_3 + \cdots \\ k_2 = \qquad\qquad L_2 + c''k_3 + \cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{array}\right\}, \qquad (14)$$

avec quoi on pourrait déjà obtenir les inconnues k en commençant par la dernière équation et remontant de proche en proche. Mais il est facile d'aller plus loin et d'exprimer ces inconnues indépendamment les unes des autres. Complétons en effet les équations (12) en écrivant l'identité $0 = 0$ autant de fois qu'il est nécessaire pour avoir le même nombre d'équations dans toutes les colonnes ; puis ajoutons ensemble les équations qui se trouvent sur la même ligne après les avoir multipliées, de la gauche vers la droite, une première fois par $1, 0, 0\ldots$, une seconde fois par $-b', 1, 0, 0\ldots$, une troisième fois par $-c', -c'', 1, 0, 0\ldots$ etc. Cela donne

(1)	(2)	(3)	etc.
$\alpha_1 = a$	$\alpha_2 = b'\alpha_1 + b$	$\alpha_3 = c''\alpha_2 + c'\alpha_1 + c$	....
	$\beta_2 = b'$	$\beta_3 = c''\beta_2 + c'$	....
		$\gamma_3 = c''$	....
			....

(15)

et il est clair que le calcul des quantités auxiliaires peut être fait en combinant ce nouveau tableau avec (11).

Si maintenant on ajoute ensemble les équations (14) après les avoir multipliées 1° par $1, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3\ldots$, 2° par $0, 1, \beta_2, \beta_3\ldots$, 3° par $0, 0, 1, \gamma_3\ldots$ etc., il vient, en ayant égard à (15),

$$\left.\begin{array}{l} k_0 = L_0 + \alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2 + \cdots \alpha_p L_p \\ k_1 = \qquad L_1 + \beta_2 L_2 + \cdots \beta_p L_p \\ k_2 = \qquad\qquad L_2 + \cdots \gamma_p L_p \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ k_p = \qquad\qquad\qquad\qquad L_p \end{array}\right\}. \qquad (16)$$

Enfin ajoutons encore ces dernières équations après les avoir multipliées par 1, X, $X^2 \ldots X^p$, et posons, en employant λ comme signe fonctionnel,

$$\left.\begin{array}{l} \lambda_1(X) = \alpha_1 + \quad X \\ \lambda_2(X) = \alpha_2 + \beta_2 X + \\ \lambda_3(X) = \alpha_3 + \beta_3 X + \gamma_3 X^2 + X^3 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda_p(X) = \alpha_p + \beta_p X + \gamma_p X^2 + \ldots\ldots + X^p \end{array}\right\}; \qquad (17)$$

nous avons alors, d'après (5'),

$$Y_p = f(X) \,.\, \{ L_0 + L_1\lambda_1(X) + L_2\lambda_2(X) + \cdots + L_p\lambda_p(X) \}, \quad (18)$$

et, par cette formule, le polynome Y_p est exprimé en fonction de quantités que nous savons toutes calculer.

Le problème serait donc résolu s'il consistait à trouver un polynome Y de degré déterminé, et c'est généralement ainsi qu'on se pose la question, arrêtant d'avance la formule (5) à ses deux, ou trois, ou quatre premiers termes. Mais il vaut mieux opérer de la manière suivante.

Pour simplifier les calculs auxquels la formule (5') est destinée, on doit réduire le plus possible le nombre de ses termes; d'un autre côté, il faut que l'*écart moyen* avec lequel elle représente les observations, et qui peut être défini par l'équation

$$e_p = \sqrt{\frac{\Sigma g_i \delta_i^2}{n}}, \qquad (19)$$

ne dépasse pas une certaine limite. Si on a fait le calcul en supposant, par exemple, $p = 3$, et que la limite qu'on s'est donnée se trouve notablement dépassée, on se verra obligé de substituer l'hypothèse $p = 4$ à celle faite d'abord, peut-être même de passer ensuite à l'hypothèse $p = 5 \ldots$ etc. Or il importe de diriger ces essais successifs de manière à ne pas recommencer chaque fois tous les calculs, et à réduire le travail autant que possible.

Pour reconnaître la marche à suivre, exprimons d'abord la valeur (19) au moyen des quantités qui nous ont servi

dans les calculs précédents. Si on multiplie l'équation (6) par $g_i\delta_i$, et si on somme pour toutes les valeurs de i, il vient, en ayant égard à (7),

$$\Sigma g_i\delta_i^2 = -\Sigma g_i y_i \delta_i$$

et, en sommant encore la même équation (6) multipliée par $g_i\, y_i$, on trouve que le second membre a pour valeur

$$\Sigma g_i y_i^2 - k_0 \Sigma g_i u_i y_i - k_1 \Sigma g_i u_i y_i x_i - \cdots - k_p \Sigma g_i u_i y_i x_i^p,$$

c'est-à-dire, d'après (8),

$$\Sigma g_i y_i^2 - k_0 \psi(0) - k_1 \psi(1) - \cdots - k_p \psi(p).$$

Or si on ajoute les équations (16) multipliées par $\psi(0)$, $\psi(1)$, $\psi(2)\ldots$, on voit que cette expression, que nous désignerons par S_p, équivaut à

$$S_p = \Sigma g_i y_i^2 - L_0 \psi(0) - L_1 \psi_1(0) - \cdots - L_p \psi_p(0),$$

et peut aussi s'écrire, en vertu de (13),

$$S_p = \Sigma g_i y_i^2 - L_0^2 \varphi(0) - L_1^2 \varphi_1(1) - \cdots - L_p^2 \varphi_p(p). \quad (20)$$

Cela étant, soit ε la limite que ne doit pas dépasser l'écart moyen e_p entre la formule et les observations. Si e_p est supérieur à ε, c'est-à-dire si, ayant calculé S_p par la formule (20), on trouve

$$S_p > p\varepsilon^2,$$

on en conclura que le polynome (5) n'a pas été pris avec un nombre de termes suffisant, et qu'il en faut essayer un autre, Y_{p+1}, ayant un terme de plus. Pour cela, il suffira : 1° d'ajouter une colonne de plus au tableau (15), c'est-à-dire de calculer une nouvelle série

$$\alpha_{p+1}, \beta_{p+1}, \gamma_{p+1} \cdots,$$

2° de former par son moyen les valeurs

$$\varphi_{p+1}(p+1), \quad \psi_{p+1}(0), \quad L_{p+1} = \frac{\psi_{p+1}(0)}{\varphi_{p+1}(p+1)},$$

ainsi que la fonction

$$\lambda_{p+1}(X) = \alpha_{p+1} + \beta_{p+1} X + \gamma_{p+1} X^2 + \cdots + X^{p+1}.$$

Alors le nouveau polynome Y_{p+1} sera

$$Y_{p+1} = Y_p + L_{p+1}\lambda_{p+1}(X),$$

et la valeur correspondante de la somme $\Sigma g_i \delta_i^2$ sera

$$S_{p+1} = S_p - L^2_{p+1}\varphi_{p+1}(p+1).$$

§ 10. On voit par les deux dernières formules que les modifications à faire aux quantités Y et S qui ont l'indice p pour passer à celles qui ont l'indice $p+1$, ne portent sur aucun des termes déjà existants, mais se réduisent chacune au calcul d'un nouveau terme.

Cette remarque conduit à une *méthode d'interpolation par laquelle s'obtient directement, sans tâtonnement et sans augmentation de travail, le polynome* Y *qui satisfait aux deux conditions : 1° de représenter les observations avec un écart moyen moindre que tout autre polynome de même degré ; 2° d'avoir le degré le moins élevé parmi tous les polynomes pour lesquels cet écart moyen est inférieur à la limite donnée.* Voici l'indication détaillée des calculs successifs qui constituent cette méthode, ou, si on veut, le tableau synoptique dont il est question au début du paragraphe précédent.

Premier terme L_0.

$$\varphi(0) = \Sigma g_i u_i^2, \quad \psi(0) = \Sigma g_i u_i y_i;$$

$$L_0 = \frac{\psi(0)}{\varphi(0)}; \quad S_0 = \Sigma g_i y_i^2 - L_0^2\varphi(0).$$

Deuxième terme $L_1\lambda_1(X)$.

$$\varphi(1) = \Sigma g_i u_i^2 x_i, \quad \varphi(2) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^2, \quad \psi(1) = \Sigma g_i u_i y_i x_i;$$

$$\alpha_1 = -\frac{\varphi(1)}{\varphi(0)}; \quad \begin{cases} \varphi_1(1) = \alpha_1\varphi(1) + \varphi(2), \\ \psi_1(0) = \alpha_1\psi(0) + \psi(1); \end{cases}$$

$$L_1 = \frac{\psi_1(0)}{\varphi_1(1)}; \quad \begin{cases} \lambda_1(X) = \alpha_1 + X, \\ S_1 = S_0 - L_1^2\varphi_1(1). \end{cases}$$

Troisième terme $L_2 \lambda_2(X)$.

$$\varphi(3) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^3, \quad \varphi(4) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^4, \quad \psi(2) = \Sigma g_i u_i y_i x_i^2;$$

$$\varphi_1(2) = \alpha_1 \varphi(2) + \varphi(3);$$

$$\beta_2 = -\frac{\varphi_1(2)}{\varphi_1(1)}, \quad \alpha_2 = -\frac{\varphi_1(2)}{\varphi_1(1)}\alpha_1 - \frac{\varphi(2)}{\varphi(0)};$$

$$\begin{cases} \varphi_2(2) = \alpha_2 \varphi(2) + \beta_2 \varphi(3) + \varphi(4), \\ \psi_2(0) = \alpha_2 \psi(0) + \beta_2 \psi(1) + \psi(2); \end{cases}$$

$$L_2 = \frac{\psi_2(0)}{\varphi_2(2)}; \quad \begin{cases} \lambda_2(X) = \alpha_2 + \beta_2 X + X^2, \\ S_2 = S_1 - L_2^2 \varphi_2(2). \end{cases}$$

Quatrième terme $L_3 \lambda_3(X)$.

$$\varphi(5) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^5, \quad \varphi(6) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^6, \quad \psi(3) = \Sigma g_i u_i y_i x_i^3;$$

$$\varphi_1(3) = \alpha_1 \varphi(3) + \varphi(4);$$

$$\varphi_2(3) = \alpha_2 \varphi(3) + \beta_2 \varphi(4) + \varphi(5);$$

$$\begin{cases} \gamma_3 = -\dfrac{\varphi_2(3)}{\varphi_2(2)}, \quad \beta_3 = -\dfrac{\varphi_2(3)}{\varphi_2(2)}\beta_2 - \dfrac{\varphi_1(3)}{\varphi_1(1)}, \\ \alpha_3 = -\dfrac{\varphi_2(3)}{\varphi_2(2)}\alpha_2 - \dfrac{\varphi_1(3)}{\varphi_1(1)}\alpha_1 - \dfrac{\varphi(3)}{\varphi(0)}; \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_3(3) = \alpha_3 \varphi(3) + \beta_3 \varphi(4) + \gamma_3 \varphi(5) + \varphi(6), \\ \psi_3(0) = \alpha_3 \psi(0) + \beta_3 \psi(1) + \gamma_3 \psi(2) + \psi(3); \end{cases}$$

$$L_3 = \frac{\psi_3(0)}{\varphi_3(3)}, \quad \begin{cases} \lambda_3(X) = \alpha_3 + \beta_3 X + \gamma_3 X^2 + X^3, \\ S_3 = S_2 - L_3^2 \varphi_3(2). \end{cases}$$

.... et ainsi de suite.

En faisant ces calculs, on comparera, à mesure qu'elles se forment, les valeurs S_0, S_1, S_2, S_3... avec le nombre constant $n\varepsilon^2$, et on s'arrêtera dès qu'on arrivera à une valeur égale ou inférieure à ce nombre. En appelant $p+1$ le nombre des termes alors obtenus, on aura $e_p < \varepsilon$, et par suite

$$Y_p = f(X) . \{ L_0 + L_1 \lambda_1(X) + L_2 \lambda_2(X) + \cdots + L_p \lambda_p(X) \}$$

sera le polynome demandé.

La rapidité avec laquelle décroît la série des valeurs S, et mieux encore, si on veut bien calculer un terme de plus, le degré de petitesse de la différence $e_p - e_{p+1}$, donne une idée de l'aptitude qu'a la forme (5) à représenter les observations.

§ 11. — Une seule chose reste arbitraire dans la théorie précédente : c'est la limite, désignée par ε, que ne doit pas dépasser l'écart moyen entre la formule et les observations. *A priori*, cette limite n'est imposée par rien, et son choix est une affaire de tact. Si la formule (18) était la traduction *exacte* de la loi physique qui fait dépendre Y de X, e_p serait l'erreur moyenne quadratique de l'unité de poids, et son quotient par $\sqrt{g_i}$ serait celle d'une valeur ayant le poids g_i. Il semble donc rationnel de prendre ε de telle sorte que les divers quotients $\frac{\varepsilon}{\sqrt{g_i}}$ ne soient pas supérieurs aux erreurs moyennes quadratiques que les observations laissent planer sur les valeurs y_i.

Prendre ε trop petit, c'est-à-dire vouloir serrer ces valeurs de trop près, n'aurait pas seulement l'inconvénient de compliquer la formule en élevant son degré, mais encore ce serait attribuer à chacune des données partielles y_i plus d'importance qu'elle n'en mérite relativement à l'ensemble total, et l'erreur dont elle est entachée ne serait pas éliminée aussi bien.

Ajoutons, et c'est une chose qui a été oubliée trop souvent, qu'on ne peut faire usage de la formule que dans les limites des observations ; en prolongeant la fonction (ou la courbe) en dehors de ces limites, on s'expose toujours à de graves mécomptes.

§ 12. — Les formules du § 9 constituent la loi de formation d'une série remarquable

$$Y = f(X).\ \{ L_0 + L_1\lambda_1(X) + L_2\lambda_2(X) + \cdots \},$$

dont le degré augmente d'une unité à chaque terme que l'on

ajoute, qui peut être prolongée jusqu'au $(n-1)^{\text{ième}}$ *terme et alors doit évidemment se trouver identique avec celle de Lagrange, qui, enfin, arrêtée à un terme quelconque* $L_k \lambda_k(X)$, *représente des valeurs* y_i *provenant de l'observation ou de toute autre source, avec un écart moyen moindre que tous les autres polynomes du même degré.* Cette série a été déjà signalée, mais sous une forme tout à fait différente et comme résultat d'une analyse très-élevée, par M. Tschebischeff dans deux savants Mémoires, l'un *Sur les fractions continues* (Journal de Liouville, 1858), l'autre *Sur l'Interpolation* (Mém. de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, 1859) (¹). Nous allons, en déduisant des formules ci-dessus celles qui ont été données par M. Tschebischeff, démontrer l'identité des deux séries et, par le fait même, arriver à la seconde d'une façon tout à fait élémentaire : c'est peut-être aux chemins difficiles qu'il fallait gravir pour y arriver qu'elle doit de ne pas être plus répandue parmi les observateurs.

Réunissons ensemble les équations formant les premières lignes du tableau (15), ce qui nous donne le système

$$\left.\begin{array}{l} 0 = a - \alpha_1 \\ 0 = b + b'\alpha_1 - \alpha_2 \\ 0 = c + c'\alpha_1 + c''\alpha_2 - \alpha_3 \\ 0 = d + d'\alpha_1 + d''\alpha_2 + d'''\alpha_3 - \alpha_4 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array}\right\},$$

et ajoutons ensemble, — les deux premières multipliées par α_1, 1 ; — les trois premières multipliées par α_2, β_2, 1 ; — les quatres premières multipliées par α_3, β_3, γ_3, 1, etc. Afin de voir plus vite la loi, nous considérerons tout d'abord le résultat de cette dernière opération, qui est

$$0 = m_4 + n_4\alpha_1 + p_4\alpha_2 + q_4\alpha_3 - \alpha_4 , \qquad (21)$$

où on a posé, pour abréger,

(¹) La série découverte par M. Tschebischeff fut presque aussitôt rattachée directement à celle de Lagrange par M. Hermite (*Sur l'Interpolation, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 10 janvier 1859*), et par M. Borchardt (*Ueber Interpolation nach der Methode der kleinsten Quadrate, Journal de Crelle, tome 58*).

$$\left.\begin{aligned} m_4 &= \alpha_3 a + \beta_3 b + \gamma_3 c + d \\ n_4 &= -\alpha_3 + \beta_3 b' + \gamma_3 c' + d' \\ p_4 &= -\beta_3 + \gamma_3 c'' + d'' \\ q_4 &= -\gamma_3 + d''' \end{aligned}\right\} . \qquad (21')$$

Éliminons de ces quatre expressions les a, b, c... On a, d'après (8) et (9),

$$\begin{aligned} &\alpha_3\varphi(1) + \beta_3\varphi(2) + \gamma_3\varphi(3) + \varphi(4) = 0 , \\ &\alpha_3\varphi(2) + \beta_3\varphi(3) + \gamma_3\varphi(4) + \varphi(5) = 0 , \\ &\alpha_3\varphi(3) + \beta_3\varphi(4) + \gamma_3\varphi(5) + \varphi(6) = \varphi_3(3) , \end{aligned}$$

et si on ajoute ensemble ces trois équations multipliées: 1° par 1, 0, 0; 2° par α_1, 1, 0; 3° par α_2, β_2, 1, on a les trois suivantes :

$$\begin{aligned} &\alpha_3\varphi(1) + \beta_3\varphi(2) + \gamma_3\varphi(3) + \varphi(4) = 0 , \\ &\alpha_3\varphi_1(1) + \beta_3\varphi_1(2) + \gamma_3\varphi_1(3) + \varphi_1(4) = 0 , \\ &\alpha_3\varphi_2(1) + \beta_3\varphi_2(2) + \gamma_3\varphi_2(3) + \varphi_2(4) = \varphi_3(3) . \end{aligned}$$

Supprimons maintenant le premier terme de la troisième, car $\varphi_2(1)$ est nul à cause de (9), et divisons les trois équations respectivement par $\varphi(0)$, $\varphi(1)$, $\varphi(2)$; il vient, en ayant égard à (11) et (21'),

$$\left.\begin{aligned} m_4 &= 0 \\ n_4 &= 0 \end{aligned}\right\} , \quad p_4 = -\frac{\varphi_3(3)}{\varphi_2(2)} .$$

En remplaçant en outre dans q_4, les symboles γ_3 et d''' par leurs valeurs (15) et (11), on a:

$$q_4 = \frac{\varphi_2(3)}{\varphi_2(2)} - \frac{\varphi_3(4)}{\varphi_3(3)} ,$$

et l'expression de α_4 qui résulte de (21) se réduit à *deux* termes, savoir :

$$\alpha_4 = q_4\alpha_3 + p_4\alpha_2 .$$

Il en sera toujours de même, et si on pose, en général,

$$p_h = -\frac{\varphi_{h-1}(h-1)}{\varphi_{h-2}(h-2)}, \quad q_h = \frac{\varphi_{h-2}(h-1)}{\varphi_{h-2}(h-2)} - \frac{\varphi_{h-1}(h)}{\varphi_{h-1}(h-1)}, \qquad (22)$$

on a :

$$\alpha_h = q_h \alpha_{h-1} + p_h \alpha_{h-2},$$

formule avec laquelle l'α d'indice h, au lieu d'être calculé au moyen *de tous* ceux qui le précédent, comme dans les formules (15), ne l'est qu'au moyen *des deux* venant immédiatement avant lui. Pour $h = 1$, il faut prendre

$$p_h = 0, \quad q_h = -\frac{\varphi(1)}{\varphi(0)}.$$

Si on complète le tableau (15) en écrivant l'identité $0 = 0$ à toutes les places vacantes, et si on opère alors sur chacune des autres lignes comme nous l'avons fait pour la première, il vient, en fonction des mêmes quantités p_h, q_h,

$$\beta_h = q_h \beta_{h-1} + p_h \beta_{h-2} + \alpha_{h-1}$$
$$\gamma_h = q_h \gamma_{h-1} + p_h \gamma_{h-2} + \beta_{h-1}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

En écrivant ces équations au-dessous de celle qui donne déjà α_h, et ajoutant après avoir multiplié : 1° par $\varphi(\mu)$, $\varphi(\mu+1)$, $\varphi(\mu+2)\ldots$; 2° par 1, X, X^2, $X^3\ldots$, nous avons, d'après (8) et (17),

$$\left.\begin{aligned} \varphi_h(\mu) &= q_h \varphi_{h-1}(\mu) + p_h \varphi_{h-2}(\mu) + \varphi_{h-1}(\mu+1) \\ \lambda_h(X) &= q_h \lambda_{h-1}(X) + p_h \lambda_{h-2}(X) + X \lambda_{h-1}(X) \end{aligned}\right\},$$

et ces formules constituent, pour les quantités φ et les polynomes λ, une nouvelle loi de formation n'employant que deux séries, p, q, de quantités auxiliaires, tandis que celle trouvée § 8 emploie n séries $\alpha, \beta, \gamma\ldots$ Nous pourrons nous en servir pour la formation du polynome Y_p, mais comme elles ne s'étendent pas aux quantités ψ, il nous faut trouver un moyen de calculer ces dernières indépendamment des α, β, $\gamma\ldots$ Or, si on ajoute ensemble les équations

$$\begin{aligned} \psi(0) &= \psi(0) \\ \psi_1(0) &= \alpha_1 \psi(0) + \psi(1) \\ \psi_2(0) &= \alpha_2 \psi(0) + \beta_2 \psi(1) + \psi(2) \\ \psi_3(0) &= \alpha_3 \psi(0) + \beta_3 \psi(1) + \gamma_3 \psi(2) + \psi(3) \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}$$

après les avoir multipliées 1° par $-a$, 1, 0..., 2° par $-b$, $-b'$, 1, 0..., 3° par $-c$, $-c'$, $-c''$ 1, 0... etc., il vient, en ayant égard à (15),

$$\begin{aligned}
\psi_1(0) &= \psi(1) + a\psi(0)\\
\psi_2(0) &= \psi(2) + b\psi(0) + b'\psi_1(0)\\
\psi_3(0) &= \psi(3) + c\psi(0) + c'\psi_1(0) + c''\psi_2(0)\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

ou, d'après (11),

$$\left.\begin{aligned}
\psi_1(0) &= \psi(1) - \varphi(1)\,L_0\\
\psi_2(0) &= \psi(2) - \varphi(2)\,L_0 - \varphi_1(2)\,L_1\\
\psi_3(0) &= \psi(3) - \varphi(3)\,L_0 - \varphi_1(3)\,L_1 - \varphi_2(3)\,L_2\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\},$$

d'où les α, β, γ... sont éliminés.

Nous avons donc, pour construire le polynome Y, un deuxième moyen, qui est précisément celui donné par M. Tschebischeff, et qui se formule comme le montrent les tableaux suivants, où on trouvera p changé de signe, ce qui est plus commode pour des calculs pratiques.

Premier terme L_0.

$$\varphi(0) = \Sigma g_i u_i^2, \quad \psi(0) = \Sigma g_i u_i y_i;$$

$$L_0 = \frac{\psi(0)}{\varphi(0)}; \quad S_0 = \Sigma g_i y_i^2 - L_0^2\varphi(0).$$

Deuxième terme L_1 λ_1 (X).

$$\varphi(1) = \Sigma g_i u_i^2 x_i, \quad \varphi(2) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^2, \quad \psi(1) = \Sigma g_i u_i y_i x_i;$$

$$q_1 = -\frac{\varphi(1)}{\varphi(0)}; \quad \begin{cases} \varphi_1(1) = \varphi(2) + q_1\varphi(1),\\ \psi_1(0) = \psi(1) - L_0\varphi(1); \end{cases}$$

$$L_1 = \frac{\psi_1(0)}{\varphi_1(1)}; \quad \begin{cases} \lambda_1(X) = X + q_1,\\ S_1 = S_0 - L_1^2\varphi_1(1). \end{cases}$$

Troisième terme $L_2 \lambda_2(X)$.

$$\varphi(3) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^3, \quad \varphi(4) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^4; \quad \psi(2) = \Sigma g_i u_i y_i x_i^2;$$

$$\begin{cases} \varphi_1(2) = \varphi(3) + q_1 \varphi(2), \\ \varphi_1(3) = \varphi(4) + q_1 \varphi(3); \end{cases}$$

$$p_2 = \frac{\varphi_1(1)}{\varphi(0)}, \quad q_2 = \frac{\varphi(1)}{\varphi(0)} - \frac{\varphi_1(2)}{\varphi_1(1)};$$

$$\begin{cases} \varphi_2(2) = \varphi_1(3) + q_2 \varphi_1(2) - p_2 \varphi(2), \\ \psi_2(0) = \psi(2) - L_0 \varphi(2) - L_1 \varphi_1(2); \end{cases}$$

$$L_2 = \frac{\psi_2(0)}{\varphi_2(2)}; \quad \begin{cases} \lambda_2(X) = (X + q_2)\lambda_1(X) - p_2 \\ S_2 = S_1 - L_1^2 \varphi_1(1). \end{cases}$$

Quatrième terme $L_3 \lambda_3(X)$.

$$\varphi(5) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^5, \quad \varphi(6) = \Sigma g_i u_i^2 x_i^6, \quad \psi(3) = \Sigma g_i u_i y_i x_i^3;$$

$$\begin{cases} \varphi_1(4) = \varphi(5) + q_1 \varphi(4), \\ \varphi_1(5) = \varphi(6) + q_1 \varphi(5); \end{cases} \quad \begin{cases} \varphi_2(3) = \varphi_1(4) + q_2 \varphi_1(3) - p_2 \varphi(3), \\ \varphi_2(4) = \varphi_1(5) + q_2 \varphi_1(4) - p_2 \varphi(4); \end{cases}$$

$$p_3 = \frac{\varphi_2(2)}{\varphi_1(1)}, \quad q_3 = \frac{\varphi_1(2)}{\varphi_1(1)} - \frac{\varphi_2(3)}{\varphi_2(2)};$$

$$\begin{cases} \varphi_3(3) = \varphi_2(4) + q_3 \varphi_2(3) - p_3 \varphi_1(3), \\ \psi_3(0) = \psi(3) - L_0 \varphi(3) - L_1 \varphi_1(3) - L_2 \varphi_2(3); \end{cases}$$

$$L_3 = \frac{\psi_3(0)}{\varphi_3(3)}, \quad \begin{cases} \lambda_3(X) = (X + q_3)\lambda_2(X) - p_3 \lambda_1(X), \\ S_3 = S_2 - L_3^2 \varphi_3(3). \end{cases}$$

. . . . et ainsi de suite. On s'arrêtera comme il est dit au § 9, après quoi il restera à ordonner les polynomes λ si on veut avoir Y_p sous la forme (18), puis à ordonner Y_p lui-même si on veut l'avoir sous la forme (5).

Les formules précédentes sont citées (sans démonstration) par le général Mayewski dans son *Mémoire sur les expériences faites à l'établissement de M. Krupp pour déterminer les pressions des gaz de la poudre dans l'âme des bouches*

à feu (Bruxelles, 1869), et dans son *Traité de Balistique* (Paris, 1873) ; elles sont appliquées, dans le premier ouvrage, à une question de balistique intérieure, et dans le second, à une question de balistique extérieure.

Ces formules ne prennent l'avantage sur celles du § 10 que dans les cas, assez rares, où on serait conduit à donner à la formule d'interpolation un grand nombre de termes. Lorsque ce nombre ne dépasse pas 3 ou 4, les formules du § 10 semblent préférables, parce qu'elles sont plus symétriques et comportent moins de chances d'erreurs pour le calculateur.

§ 13. — Une fois que chacun des éléments inscrits dans le tableau récapitulatif des tirs a été relié à la portée P par une formule d'interpolation, il est facile d'en calculer la valeur pour une portée quelconque ne sortant pas des limites des observations. Si on prend successivement les portées

$$P_0 = 0,\ P_1 = w,\ P_2 = 2w, \ldots\ P_n = nw,$$
$$P_{n+1} = (n+1)w, \ldots \text{ etc.},$$

et si on inscrit en regard, dans une colonne particulière consacrée à chaque élément, les valeurs

$$a_0, a_1, a_2, \ldots a_n, a_{n+1}, \ldots \text{ etc.}$$

obtenues ainsi pour cet élément, on aura formé le *commencement d'une table de tir* dont la raison sera w. Pour les tables destinées à êtres mises entre les mains des troupes, w doit être égal à 100 mètres; mais on rencontre souvent, dans les ouvrages d'artillerie et dans les publications périodiques, des tables où la raison est de 500 mètres, parce qu'elles sont ainsi moins étendues et moins encombrantes. Nous dirons plus loin (§ 16) comment on passe de cette seconde forme à la première.

Pour contrôler et, au besoin, corriger les résultats de

cette nouvelle opération, on en formera les différences des divers ordres, et on obtiendra, pour chaque élément a, un tableau ayant la forme suivante :

PORTÉES.	a	Δa	$\Delta^2 a$	$\Delta^3 a$	$\Delta^4 a$
$P_0 = 0$	a_0				
		b_0			
$P_1 = w$	a_1		c_0		
		b_1		d_0	
$P_2 = 2w$	a_2		c_1		e_0
		b_2		d_1	
$P_3 = 3w$	a_3		c_2		...
		b_3		...	
$P_4 = 4w$	a_4		...		e_{n-4}
		...		d_{n-3}	
.....	...		c_{n-2}		e_{n-3}
		b_{n-1}		d_{n-2}	
$P_n = nw$	a_n		c_{n-1}		e_{n-2}
		b_n		d_{n-1}	
$P_{n+1} = (n+1)w$	a_{n+1}		c_n		...
		b_{n+1}		...	
$P_{n+2} = (n+2)w$	a_{n+2}		...		etc.
		...		etc.	
.....	...		etc.		
		etc.			
etc.	etc.				

Comme les différences diminuent rapidement, il suffira souvent d'aller jusqu'à celles du second ordre, et il ne sera peut-être jamais nécessaire d'aller au delà de celles du quatrième ordre, pour voir de suite une irrégularité marquée dans leur progression, s'il existe une erreur. La correction à faire s'obtiendra ainsi qu'il suit.

Soit a_n une valeur qui est erronée de la quantité α, les valeurs précédentes et suivantes étant supposées absolument exactes. Si nous formons les différences en prenant d'abord les valeurs proposées, puis les erreurs, nous obtenons ces deux tableaux :

a	Δa	$\Delta^2 a$	$\Delta^3 a$	$\Delta^4 a$
...		...		...
	...		...	
a_{n-2}		...		e_{n-4}
	...		d_{n-3}	
a_{n-1}		c_{n-2}		e_{n-3}
	b_{n-1}		d_{n-2}	
a_n		c_{n-1}		e_{n-2}
	b_n		d_{n-1}	
a_{n+1}		c_n		e_{n-1}
	...		d_n	
a_{n+2}		...		e_n
	...		...	
...		...		...

α	$\Delta\alpha$	$\Delta^2\alpha$	$\Delta^3\alpha$	$\Delta^4\alpha$
...				0
0				$+\alpha$
			$+\alpha$	
0		$+\alpha$		-4α
	$+\alpha$		-3α	
α		-2α		$+6\alpha$
	$-\alpha$		$+3\alpha$	
0		$+\alpha$		-4α
			$-\alpha$	
0				$+\alpha$
...				0

On voit que pour chercher l'erreur il convient de porter son examen sur les colonnes des différences d'ordre *pair*, car la perturbation s'y traduit par un ressaut plus accusé et placé sur la même ligne que a_n. Si les différences quatrièmes sont assez petites pour pouvoir être pratiquement négligées, on se servira des trois différences secondes

$$c_{n-2}, \quad c_{n-1}, \quad c_n$$

et la correction α sera cherchée de manière que les nouvelles différences

$$c_{n-2}+\alpha, \quad c_{n-1}+2\alpha, \quad c_n+\alpha$$

soient en progression arithmétique, c'est-à-dire que les deux différences troisièmes

$$d_{n-2}-3\alpha, \quad d_{n-1}+3\alpha$$

soient égales, et que la différence quatrième

$$e_{n-2}+6\alpha$$

soit nulle. On a ainsi

$$\alpha=-\frac{1}{6}e_{n-2}=\frac{1}{6}\left\{(c_{n-1}-c_{n-2})+(c_{n-1}-c_n)\right\},$$

d'où cette règle très-simple, qui peut être appliquée à

première vue en faisant toutefois grande attention aux signes algébriques : *De la différence seconde qui est le centre de la perturbation, retranchez successivement celle qui la précède et celle qui la suit, ajoutez les deux restes et divisez par 6; le quotient, avec son signe, sera la correction à faire à la valeur a placée sur la même ligne que la différence dont vous êtes parti.*

S'il est nécessaire d'aller jusqu'aux différences quatrièmes

$$e_{n-3}, \quad e_{n-2}, \quad e_{n-1},$$

on déterminera encore la correction de manière que les nouvelles différences

$$e_{n-3} - 4\alpha, \quad e_{n-2} + 6\alpha, \quad e_{n-1} - 4\alpha$$

soient en progression arithmétique, c'est-à-dire que les différences cinquièmes

$$f_{n-3} + 10\alpha, \quad f_{n-2} - 10\alpha$$

soient égales, et que la différence sixième

$$g_{n-3} - 20\alpha$$

soit nulle. On aura

$$\alpha = \frac{1}{20} g_{n-3} = \frac{1}{20} \left\{ (e_{n-3} - e_{n-2}) + (e_{n-1} - e_{n-2}) \right\},$$

d'où cette règle : *Retranchez la différence quatrième qui est le centre de la perturbation, successivement de celle qui la précède et de celle qui la suit, ajoutez les deux restes et divisez par 20; le quotient, avec son signe, sera la correction à faire à la valeur tabulaire placée sur la même ligne que la différence dont vous êtes parti.*

Ces règles pratiques, qu'il serait facile d'étendre à des différences d'ordre $2n$ plus élevé, sont très-utiles à connaître tant pour la vérification de ses propres calculs, que pour le contrôle et la correction de tableaux de provenance quelconque.

Le tableau de droite ci-dessus montre que, si on a fait

usage de la première règle, les *trois* différences secondes qui doivent être modifiées le seront en leur appliquant respectivement les corrections

$$+\alpha, -2\alpha, +\alpha$$

et que si on a fait usage de la seconde règle, les *cinq* différences quatrièmes à modifier doivent recevoir les modifications

$$+\alpha, -4\alpha, +6\alpha, -4\alpha, +\alpha.$$

Si ensuite ces différences forment avec celles qui les précèdent et les suivent immédiatement une série régulière, on en conclura que les valeurs tabulaires voisines de a_n étaient exemptes d'erreur. S'il reste encore des irrégularités, il faudra faire de nouvelles corrections suivant le même principe, et, en répétant toujours ce procédé aux points où se montre la plus grande perturbation, on finira par régulariser, sur toute sa hauteur, la colonne des différences quatrièmes.

En opérant d'après ce principe, on peut, non-seulement corriger des tables calculées d'après une formule algébrique, mais encore compenser des résultats d'observation s'ils correspondent à des valeurs de l'argument également espacées : tel serait le cas, par exemple, si on avait exécuté les expériences de tir avec les angles successifs de 2°, 4°, 6°, 8°, 10°..., l'angle étant pris pour la variable indépendante et la portée pour la fonction.

Mais il faut observer, en supposant toujours qu'on a opéré avec les différences quatrièmes, que cette manière de faire n'a aucune prise sur le premier nombre de chacune des colonnes

$$\Delta^3 a, \Delta^2 a, \Delta a, a$$

en sorte que ces quatre nombres restent arbitraires. M. Woolhouse a cherché, dans le *Journal des Actuaires*

anglais [1], à les déterminer par la méthode des moindres carrés, c'est-à-dire par la condition que la somme des carrés des changements apportés à l'ensemble du tableau soit minimum, et il est arrivé à des formules remarquables d'élégance et de simplicité. C'est surtout dans l'établissement des tables de mortalité que se présente le cas de valeurs équidistantes auquel s'appliquent ces formules, mais elles peuvent servir aussi pour certains cas du problème des tables de tir, et nous les signalons aux artilleurs, en regrettant que le défaut d'espace ne nous permette pas de les développer ici.

§ 14. Citons encore un moyen qui peut servir à régulariser une série de nombres de provenance quelconque correspondant à des arguments équidistants; très-simple et n'exigeant pas la formation des différences, mais assez peu exact, ce moyen a été employé, notamment, par quelques auteurs de tables de mortalité. Il consiste à remplacer chacun des nombres a_n de la table par la moyenne arithmétique formée avec cinq nombres consécutifs dont a_n occupe le milieu, en d'autres termes à remplacer la série (a) par une autre (a') dont le terme général est

$$a'_n = \frac{1}{5}(a_{n-2} + a_{n-1} + a_n + a_{n+1} + a_{n+2}).$$

Quelques-uns ont même cru compenser les erreurs encore mieux en répétant le procédé sur cette seconde série, c'est-à-dire en en construisant une troisième (a'') qui a pour terme général

$$a''_n = \frac{1}{5}(a'_{n-2} + a'_{n-1} + a'_n + a'_{n+1} + a'_{n+2}) = \frac{1}{25}(a_{n-4} + 2a_{n-3}$$
$$+ 3a_{n-2} + 4a_{n-1} + 5a_n + 4a_{n+1} + 3a_{n+2} + 2a_{n+3} + a_{n+4}).$$

---

[1] *Journal of the Institute of Actuaries and Assurance Magazine* (avril 1865). — On trouvera dans ce recueil bien d'autres travaux, dus la plupart à M. Woolhouse, sur des problèmes intéressant les artilleurs, tels que: interpolation, quadratures, probabilité mathématique, etc. Il faut citer aussi, dans le même ordre d'idées, le *Journal des Actuaires français*, qui se publie depuis 1872.

La différence seconde de a_n, c'est-à-dire celle qui, dans la disposition des tableaux précédents, se trouve sur la même ligne, est

$$c_{n-1} = a_{n-1} - 2a_n + a_{n+1},$$

et sa différence quatrième est

$$e_{n-2} = a_{n-2} - 4a_{n-1} + 6a_n - 4a_{n+1} + a_{n+2};$$

si on ajoute à la seconde de ces équations la première multipliée par 5, il vient

$$\begin{aligned} 5c_{n-1} + e_{n-2} &= a_{n-2} + a_{n-1} - 4a_n + a_{n+1} + a_{n+2} \\ &= (a_{n-2} + a_{n-1} + a_n + a_{n+1} + a_{n+2}) - 5a_n, \end{aligned}$$

d'où il résulte,

$$a'_n - a_n = c_{n-1} + \frac{1}{5}e_{n-2}.$$

L'erreur commise en substituant a'_n à a_n, c'est-à-dire en employant le procédé de compensation qui vient d'être indiqué, *est donc égale à la différence seconde de* a_n *augmentée du cinquième de sa différence quatrième*, ou plus simplement, attendu que la différence quatrième est généralement fort petite, *égale à la différence seconde.*

E. Jouffret, *capitaine d'artillerie*,
Adjoint au professeur du cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau.

(A suivre.)

DES BATTERIES DE COTE

par le lieutenant-colonel Hundt, de l'artillerie de la marine allemande.

(Traduit de l'allemand par le capitaine J. B. V. Lefèvre.)

Considérations générales. — L'ensemble des moyens réunis pour repousser les attaques venant de la mer constitue la défense du littoral. Pour le protéger sur tout son développement, il faudrait faire des dépenses exagérées et disséminer ses forces outre mesure : la construction d'ouvrages fortifiés doit donc être bornée aux points les plus importants, aux abords des grands établissements maritimes et des principales villes de commerce. Ils seront situés en principe à 7000 mètres, distance variant naturellement avec la configuration du terrain, des points à couvrir, ceux-ci pouvant se trouver soit au fond d'un golfe, soit sur une côte en ligne droite.

Le nombre et les dimensions des ouvrages dépendront de l'étendue que peut occuper l'attaque ; plus le déploiement des navires ennemis sera facile, plus la défense devra être fortement armée. Il faudra donc, dans chaque cas, prendre l'avis d'une commission d'officiers de marine, afin d'être renseigné d'une manière certaine sur le nombre de vaisseaux qui peuvent être mis en ligne dans les eaux voisines du point menacé.

Position des ouvrages. — 1° Les ouvrages défensifs devront être établis sur des emplacements tels que les bâtiments ennemis, en deçà de 3 800 mètres, ne puissent entrer en lutte avec eux qu'en nombre très-restreint. Si l'assaillant pouvait, à cette distance, mettre en ligne contre eux six ou huit de ses puissants navires, il réussirait sans doute à ruiner en peu de temps au moins la ligne de défense la plus avancée : il n'aurait guère de pertes sérieuses à redouter et, en cas d'avaries, ses vaisseaux seraient facilement retirés du combat. Si, au contraire, il ne dispose,

dans les mêmes conditions, que d'un espace de 1 500 ou 1 800 mètres, deux ou trois navires seulement concourront à l'attaque ; et encore devront-ils continuellement prendre garde à ne pas s'échouer dans l'animation de la lutte. En définitive, les gros bâtiments cuirassés ne sont pas fort à craindre malgré leur masse, si, faute d'espace, ils ne peuvent évoluer facilement.

2° Les batteries doivent pouvoir croiser leurs feux sur toute l'étendue de mer avoisinante, et commander le rivage de façon qu'aucune chaloupe ne puisse approcher. Les lignes défensives tournées vers la mer seront tracées de façon à ne pouvoir être enfilées par les vaisseaux ennemis, les traverses en pareil cas ne pouvant résister aux nouveaux projectiles de gros calibre. Un tir d'enfilade du côté de la terre n'est guère à redouter : les traverses suffiraient dans ce cas, les pièces de débarquement étant nécessairement de petit calibre.

3° Dans tout système de fortification côtière, quelques ouvrages, quelques lignes de feux au moins, occuperont des emplacements tels que le tir de l'ennemi, aux grandes et même aux moyennes distances, ne puisse les atteindre. Il faut que ces ouvrages restent intacts jusqu'au moment où les navires de l'attaque, ayant réussi à s'avancer dans la région du chenal où sont accumulés les obstacles, cherchent à forcer le passage. De plus, certains ouvrages doivent être assez avancés pour empêcher l'ennemi de se porter d'abord contre les batteries qui protégent le barrage et qui ont pour objet d'empêcher à tout prix qu'on le détruise.

4° Quand le terrain s'y prêtera, on fera bien de construire les ouvrages de mer sur des points élevés. Plus une batterie est placée haut, plus ses feux acquièrent de supériorité sur ceux des vaisseaux ennemis, dont le tir diminue d'efficacité à mesure que son inclinaison augmente. Quand la position occupée est assez dominante, les projectiles arrivent dans la région des vaisseaux sui-

vant une direction se rapprochant de plus en plus de la verticale ; ce tir, qui menace à la fois le pont, l'hélice et le gouvernail, est particulièrement dangereux pour les bâtiments cuirassés. Une hauteur de 100 pieds ($31^m,4$), au-dessus du niveau de la mer, est considérée comme très-favorable à la défense ; en revanche, un commandement de 50 pieds ($15^m,7$) est regardé comme insuffisant.

5° Les ouvrages dont la destination est de couvrir plus spécialement la ligne d'obstacles principale doivent recevoir une proportion de grosses pièces allant jusqu'aux deux tiers de leur armement total.

L'ensemble des obstacles qui barrent l'entrée d'un port se divise généralement en deux lignes, une ligne avancée et une ligne principale. L'objet de la première est de retenir, aussi longtemps que possible, les vaisseaux ennemis sous un feu très-efficace, de manière à les empêcher d'arriver dans un premier élan contre le barrage principal. Elle doit consister en une ligne de torpilles de contact combinée avec une chaîne de câbles d'épaisseur moyenne ; le tout doit se trouver à une distance de 700 à 900 mètres des ouvrages les plus avancés. Quant à la ligne principale, elle sera établie assez solidement pour que l'ennemi ne puisse réussir, sous le feu des batteries, à la briser pour livrer passage à ses navires : elle consistera donc en plusieurs séries d'obstacles, disposées les unes derrière les autres. Quelques lignes de torpilles et une chaîne de corps flottants solidement reliés entre eux suffiront pour obliger l'assaillant à réduire tout d'abord au silence les batteries de la côte, avant de chercher à franchir le barrage principal.

6° D'après un certain nombre d'officiers, il serait plus avantageux pour la défense du littoral de répartir toutes les pièces dans un grand nombre de batteries ne comportant qu'un petit nombre de canons, de façon que l'ennemi fût contraint de diminuer ses feux. Mais ces officiers n'ont pas songé au grave inconvénient qui en résulterait,

à la difficulté qu'éprouverait dans ce cas le commandement de la défense pour diriger convenablement le feu des batteries; il y a là pourtant une condition indispensable à remplir. D'autre part, il faut considérer que, provisoirement du moins, nous ne disposons pas d'un grand nombre d'officiers assez au courant du service de l'artillerie de côte pour être en état de prendre la responsabilité du commandement d'un fort isolé.

Il faut distinguer deux sortes de batteries de côtes :

1° Les batteries blindées;

2° Les batteries de terre à ciel ouvert.

1. **Batteries blindées.** — La puissance destructive que possèdent les énormes projectiles lancés par les navires rendent le cuirassement indispensable pour toutes les pièces appartenant aux batteries peu élevées au-dessus de la mer, surtout lorsque ces dernières sont situées en première ligne. Les bouches à feu sont installées, en pareil cas, dans une série de tourelles blindées ou placées derrière de simples cuirasses qui ne les protégent que contre les coups directs. On aura recours aux tourelles, soit quand on sera forcé d'englober dans la fortification des bancs de sable ou de petites îles à fleur d'eau, soit lorsqu'il faudra sauvegarder certains points assez bas pour être dominés par le feu des vaisseaux de guerre. Toutes les batteries dont le terre-plein est élevé de 10 à 15 mètres au-dessus de l'eau n'ont généralement pas besoin de tourelles. Il suffira de protéger l'emplacement des pièces ainsi que les traverses par des plaques de fer. L'épaisseur de celles-ci sera telle que les projectiles de gros calibre ne puissent les traverser; elles doivent pouvoir se passer du soutien d'un coffre. Ces sortes d'épaulement ne rendent, en pareil cas, que de mauvais services, qu'il s'agisse d'un merlon ou d'une traverse; la terre projetée par l'éclatement d'un projectile mettra tout aussi bien, au moins

momentanément, hors de combat une pièce de côte que si le même projectile était venu frapper directement celle-ci. Un obus allongé (*Langgranate*) du calibre de 28ᶜ qui éclaterait soit dans le coffre en fer d'une batterie, soit dans une traverse, peut produire dans les pièces voisines, jusqu'à la distance de 75 mètres, des avaries assez graves sinon pour les démonter, au moins pour les mettre hors d'état de tirer pendant un temps notable. L'intérieur des pièces, les freins hydrauliques, les rails des châssis, les plates-formes sont parfois encombrées d'une telle masse de terre, qu'il faut absolument interrompre le tir. D'autre part, les servants des pièces reçoivent le plus souvent des contusions d'une telle gravité, qu'ils ne peuvent de longtemps reprendre leurs fonctions. On peut citer l'exemple d'un obus de 28ᶜ en fonte durcie (*Hartgussgranate*) qui lancé, à l'usine Gruson, contre une butte de tir, projeta des terres, par suite de son explosion, dans un espace compris entre 30 et 75 mètres, sur des pièces disposées dans le voisinage ; et en telle quantité qu'on ne put, de quelque temps, remettre ces pièces en état de faire feu. Qu'on juge par là de ce que pourrait faire un obus allongé de même calibre.

En installant les pièces dans des tourelles blindées, on a le grand avantage de les mettre complétement à l'abri, ainsi que le personnel. D'autre part, on n'a plus à se préoccuper d'élever des traverses, on épargne ainsi beaucoup de place et l'ouvrage peut être construit sur un terrain beaucoup moins étendu.

En revanche, l'établissement de ces tourelles coûte des sommes énormes ; aussi, pour des raisons d'ordre financier, ne doit-on se résoudre à leur emploi que lorsqu'on ne peut faire autrement.

Quand on se borne à protéger les pièces et leurs emplacements par des plaques ordinaires en fer forgé, la dépense est beaucoup moindre. Étant donnée la puissance de pénétration que possèdent aujourd'hui les projectiles

lancés par les navires, ces plaques doivent avoir 12 pouces. ($0^m,314$) d'épaisseur. Il est inutile de dépasser cette dimension, car la lutte d'artillerie aura lieu à des distances qui seront rarement inférieures à 1 500 mètres, et, même à cette dernière distance, le canon de 28c ne saurait traverser une plaque de 12 pouces.

Pour couvrir les hommes et les pièces, la hauteur de ces plaques doit être au moins égale à 5 pieds 8 pouces ($1^m,78$); les pièces à barbette, les traverses creuses des fronts de mer seront cuirassées à leur partie antérieure. Sans cela, elles manqueraient l'objet en vue duquel elles sont construites, et elles pourraient faire plus de mal à la défense qu'elles ne lui seraient utiles. Jusqu'à présent, on avait disposé une traverse à droite et à gauche de chaque pièce; comme leur hauteur dépassait l'épaulement proprement dit, elles formaient une sorte d'embrasure qui s'accusait fort nettement aux grandes distances et que l'assaillant utilisait comme un point de mire très-commode. On a renoncé à l'avantage que procurait pour le défilement cet excès de hauteur, et l'on a réduit la dimension verticale des traverses à $1^m,78$ au-dessus des plates-formes.

2. **Batteries en terre.** —Les batteries, placées sur des points élevés, n'ont besoin, pour protéger leur matériel, d'aucune espèce de masque cuirassé. Les pièces ne sont exposées, en effet, qu'à des feux provenant de navires postés à des distances très-considérables, pour lesquelles la justesse du tir est fort médiocre. Un bombardement ne produirait que peu d'effet, surtout contre des ouvrages situés à 150 mètres ou 225 mètres environ de la rive, et séparés de la mer par une rampe ou glacis à pente douce et uniforme. En pareil cas, tous les projectiles éclateraient, soit en avant, soit en arrière de la batterie. Plus les vaisseaux de l'assaillant se rapprocheraient de l'ouvrage, moins leur tir aurait de résultats. Des forts, comme ceux de Körügen et d'Ober-Jägersberg, dans la rade de Kiel, ont une position si favorable qu'il est fort douteux qu'on puisse les réduire au

silence, en supposant même que l'assaillant ait à sa disposition un grand nombre de navires cuirassés.

L'épaisseur de l'épaulement, pour les batteries, doit être de 40 pieds ($12^m,6$). A cette condition seule, le parapet ne sera pas entamé par l'explosion des projectiles du plus gros calibre.

Précautions à prendre contre les attaques de vive force. — Dès la déclaration de guerre, après un délai de quelques jours au plus, les côtes sont exposées aux attaques. Or, dans ces limites, les hommes dits d'*augmentation* ne sont pas encore arrivés et la garnison des ouvrages est nécessairement très-faible. Dès lors une flotte ennemie réussirait sans peine à mettre à terre quelques troupes de débarquement qui s'empareraient promptement des forts. Il suffirait d'une heure pour mettre hors de service tous les gros canons de côte. Mais de pareils coups de main ne peuvent aboutir, étant données les conditions que nous avons admises, que si les ouvrages en question ne sont encore, au point de vue de la construction, que dans un état provisoire. Pour peu qu'ils aient une escarpe en maçonnerie et des caponnières munies de mitrailleuses, une garnison, même très-médiocre, sera toujours en état de braver les attaques d'un ennemi fort supérieur en nombre, jusqu'à l'arrivée des troupes de renfort expédiées par les garnisons voisines.

S'il est nécessaire, pour parer aux éventualités d'une surprise, de palissader les batteries de côte, on fera bien de procéder à cette opération pendant la paix, au moins pour les lignes de défense les plus avancées.

Abris pour la garnison. — Toute la garnison doit pouvoir être abritée sous des casemates à l'épreuve de la bombe complétement défilées du large : les réduits et autres constructions établies dans l'intérieur des forts et destinées à préserver les hommes de l'effet des feux courbes, offrent plus d'inconvénients que d'avantages ; en cas de bombardement, ils éprouvent, au bout de quelque temps, les dégradations

les plus sérieuses. Il ne faut jamais perdre de vue que les forts de mer ne sont pas, comme les places fortes de l'intérieur, exposés uniquement au feu de pièces dont les calibres sont de 12c et 15c au plus : les canons qu'on dirigera contre eux seront ceux des plus gros calibres connus. D'autre part, les casernes blindées en terre dont nous venons de parler ont un inconvénient, c'est que les projectiles qui viennent les frapper envoient leurs éclats de toutes parts, dans la cour et sur le terre-plein ; il en résulte que la circulation y devient impraticable, sans compter que ces éclats attaquent parfois les pièces et les mettent hors de service.

Si les casemates installées sur le terre-plein et destinées à préserver le personnel des projectiles venant du côté de la mer ne sont pas assez spacieuses pour donner asile à tout le monde, on construira des abris blindés dans le fond même des fossés de l'ouvrage.

Des escaliers permettront aux troupes de monter directement des casemates sur le terre-plein. La cour du fort sera la région où viendront éclater la plupart des projectiles ennemis.

Extrait du *Marine-Verordnungs-Blatt*,
Traduit par J. B. V. Lefèvre, capitaine d'artillerie.

(A suivre.)

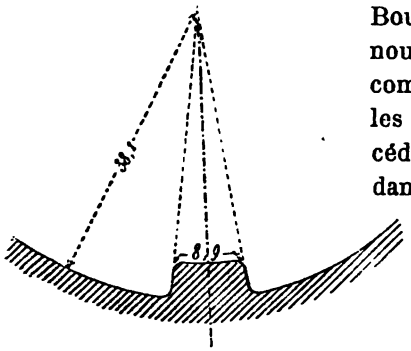
NOTE

RELATIVE A DE NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LE CANON VAVASSEUR A COTES SAILLANTES ET LE CANON DE WOOLWICH EN ACIER

EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION DE BOURGES.

Les expériences précédemment exécutées [1] avec le canon Vavasseur à côtes saillantes, lançant des projectiles de 12 livres, et le canon de Woolwich de même calibre, lançant des projectiles de 9 livres, ont inspiré à M. Vavasseur l'idée de rendre la comparaison plus concluante en tirant ces deux pièces avec les mêmes projectiles. Dans ce but, M. Vavasseur a modifié, pour les adapter à son canon à côtes saillantes, 200 obus de Woolwich déjà tirés, en arrasant les ailettes et en pratiquant sur la partie cylindrique des rainures dans lesquelles devaient pénétrer les côtes du canon.

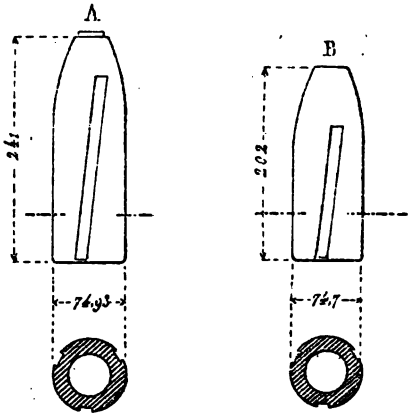
Côtes du canon Vavasseur de 12 livres.



La Commission de Bourges a essayé ces nouveaux projectiles, comparativement avec les obus de 12 liv. précédemment employés dans le canon à côtes saillantes et avec les obus ordinaires de Woolwich (dans un canon en acier), à 3 charges différentes de poudre anglaise R. L. G.; savoir : $0^k,793$ (1 livre $^3/_4$), charge de service des canons de Woolwich; $0^k,907$ (2 livres) charge adoptée par M. Vavasseur, et $1^k,000$.

[1] Voir la livraison d'avril 1873, page 64.

On a admis que les obus de Woolwich modifiés recevraient, dans la pratique, la même charge intérieure que les obus de Woolwich. D'après le poids moyen trouvé pour le projectile vide, ils ont été lestés à $3^k,935$, y compris un bouchon en bois figurant la fusée à temps Boxer. Comme dans les expériences antérieures, les obus de Woolwich ont été lestés à $4^k,080$ y compris le même bouchon en bois, et les obus Vavasseur à $5^k,120$, y compris leur bouchon métallique.



A. Obus Vavasseur de 12 livres ($5^k,1$).
B. Obus de 9 livres (4 kil.) de Woolwich rayé pour le canon Vavasseur de 12 liv.

Les résultats constatés dans la mesure des vitesses, dans les tirs balistiques et dans l'examen des dégradations et des agrandissements produits dans les deux pièces, ont permis :

1° De déterminer les charges de service convenant au canon Vavasseur à côtes saillantes et au canon de Woolwich en acier;

2° De comparer les deux pièces tirant le même projectile de 4 kil. (9 livres) à la même charge de $0^k,907$ (2 livres);

3° De comparer dans le canon à côtes saillantes les obus de Woolwich modifiés et les obus du modèle primitivement adopté par M. Vavasseur.

I. On a reconnu que la charge de service convenant au canon à côtes saillantes est celle de $0^k,907$ (2 livres), qui a été adoptée par le constructeur. Cette charge donne sur celle de $0^k,793$, avec les obus de Woolwich modifiés, un excès de vitesse initiale de 25 mètres et un excès de portée de 260 mètres à l'inclinaison de 14°. La justesse du tir est un peu plus grande à $0^k,907$ qu'à $0^k,793$. Les avantages de la charge de $0^k,907$ sont donc bien marqués. La pièce semble devoir résister à un très-grand nombre de coups à $0^k,907$. Il convient toutefois de ne pas dépasser cette charge, pour ne pas produire autour de l'emplacement du projectile des dégradations trop fortes et croissant trop rapidement.

La charge de service adoptée pour le canon de Woolwich en acier est celle de $0^k,793$ (1 livre $^3/_4$). La charge de $0^k,907$ (2 livres) procure un gain de vitesse initiale de 20 mètres et un gain de portée de 150 mètres à l'inclinaison de 14°. A égalité dans la portée et vers 4 000 mètres, l'angle de tir est diminué de 1° environ et l'angle de chute de 1° $^1/_2$. La justesse en portée est un peu augmentée; la justesse en hauteur bénéficie à la fois de l'augmentation de justesse en portée et de la diminution de l'angle de chute. Il semble donc qu'il y aurait un avantage sensible à mettre en service cette charge de $0^k,907$, puisque d'ailleurs l'âme n'éprouve pas d'agrandissement, que les dégradations sont extrêmement faibles, que l'affût résiste bien et que la longueur du recul ($2^m,00$ à $0^k,793$, — $2^m,50$ à $0^k,907$) n'est pas encore gênante. La pièce et l'affût résisteraient encore à une charge plus élevée; mais au-dessus de $0^k,907$ la vitesse initiale croît lentement, l'augmentation de l'effet utile ne serait plus en rapport avec l'excès de fatigue imposé à la pièce. C'est pourquoi il semble convenable de ne pas dépasser cette limite de $0^k,907$.

II. On a voulu rendre la comparaison entre le canon Vavasseur à côtes saillantes et le canon de Woolwich en acier plus concluante en tirant les deux pièces avec le

même projectile (de Woolwich). La comparaison sera encore plus concluante si l'on emploie la même charge ($0^k,907$). Il ne serait pas équitable d'admettre la charge de $0^k,907$ pour le canon à côtes saillantes et celle de $0^k,793$ seulement pour le canon de Woolwich, puisque cette dernière pièce résiste au moins aussi bien que le canon à côtes saillantes à la charge de $0^k,907$.

Les vitesses peuvent être évaluées à 445 mètres pour l'obus de Woolwich modifié dans le canon à côtes saillantes, et à 440 mètres pour l'obus ordinaire dans le canon de Woolwich en acier.

Les portées et les éléments de la justesse sont indiqués dans les tableaux suivants dont les chiffres résultent de la compensation et de l'extension des résultats des tirs.

ANGLE de tir.	PORTÉE.	
	Canon de Woolwich en acier. Charge, $0^k,907$.	Canon Vavasseur à côtes saillantes. Obus de Woolwich modifié.
degrés.	mètres.	mètres.
5	2115	2170
10	3290	3390
15	4170	4310
20	4860	5030
25	5400	5590

Canon de Woolwich en acier. — Charge, $0^k,907$.

PORTÉE.	ÉCART MOYEN			Nombre d'obus qui, sur 1000 coups tirés, toucheront probablement une cible de 3m de haut. et d'une larg. indéfinie.
	en direction.	en portée.	en hauteur.	
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	
2000	3,4	15,9 (1)	1,9 (1)	324 (1)
2500	4,7	19,1	3,2	197
3000	6,1	24,6	5,6	115
3500	7,8	31,2	9,6	70
4000	9,7	38,6	15,4	43
4500	11,9	46,6	23,5	28
5000	14,5	54,9	25,0	19

(1) Une étude plus complète a fait reconnaître que, dans les tableaux qui figurent dans la livraison d'avril 1873 de la *Revue*, on a attribué aux canons de Woolwich

Canon Vavasseur à côtes saillantes. — Obus de Woolwich modifié.

PORTÉE.	ÉCART MOYEN			Nombre d'obus qui, sur 1000 coups tirés, toucheront probablement une cible de 2m de haut. et d'une long. indéfinie.
	en direction.	en portée.	en hauteur.	
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	
2000	1,5	15,8	1,8	336
2500	2,0	19,0	3,1	205
3000	2,7	24,0	5,3	121
3500	3,4	30,2	8,8	75
4000	4,2	37,3	13,9	48
4500	5,1	44,8	21,0	32
5000	6,2	52,0	30,5	22

L'examen du premier tableau fait voir que l'excès de portée des obus de Woolwich modifiés croît graduellement depuis 55 mètres sous l'inclinaison de 5°, jusqu'à 190 mètres sous l'inclinaison de 25°. La vitesse initiale étant à très-peu près la même de part et d'autre, cet excès de portée est dû à la moindre résistance que l'air oppose au mouvement des projectiles qui, au lieu de tenons en saillie, portent des rainures en creux.

La comparaison des deuxième et troisième tableaux fait voir que le canon à côtes saillantes, tout en conservant l'avantage comme justesse en direction, devient aussi juste et même un peu plus juste en portée et en hauteur que le canon de Woolwich.

Le système à côtes saillantes est donc supérieur au système à rayures au point de vue balistique.

Cette supériorité est acquise au prix d'un inconvénient qui doit être signalé. Avec les canons de Woolwich, la facilité du chargement est assurée avec un vent de $0^{mm},5$ et

---

une trop grande justesse en portée et en hauteur à 2000 mètres. Il est préférable d'admettre les chiffres suivants :

Canon de Woolwich en acier. — Charge $0^{k},793$.

PORTÉE.	ÉCART MOYEN			PROBABILITÉ de tir.
	en portée.	en hauteur.	»	
2000	16,0	2,0	»	305

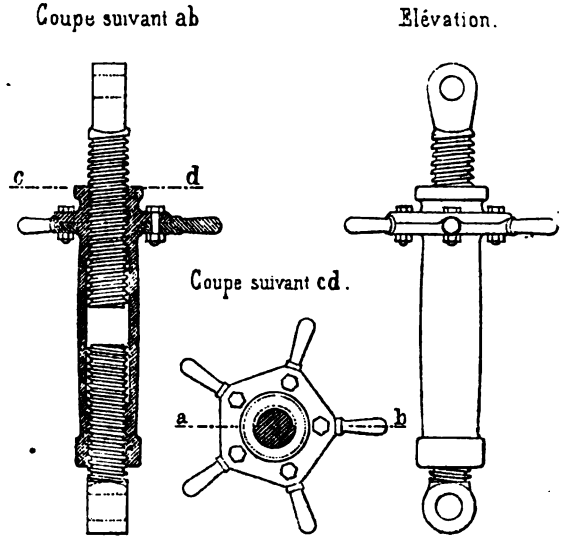
même de $0^{mm},4$ sur le diamètre des rayures; mais les difficultés qui se présentent sont toujours surmontées par l'action du refouloir. Les projectiles introduits dans le canon à côtes saillantes avec ce même vent de $0^{mm},5$, tant sur le diamètre que dans la largeur, ont presque tous donné lieu à de très-grandes difficultés de chargement; il est même arrivé que deux projectiles se sont arrêtés au milieu de l'âme, et qu'il a été absolument impossible de les faire avancer. Le chargement n'est devenu facile que lorsque le vent a été porté à $0^{mm},8$, tant sur le diamètre que dans la largeur. Ainsi le système à côtes saillantes exige plus de vent que le système à rayures. Comme d'ailleurs un trop grand ballottement du projectile dans l'âme non-seulement diminuerait la portée et la justesse, mais surtout nuirait à la résistance de la pièce plus encore que dans le système à rayures, on peut dire que le vent doit être réglé dans des limites très-rapprochées et que le système à côtes saillantes exige plus de précision dans la fabrication des projectiles et plus de soin dans leur vérification que le système à rayures. Faute de cette précision et de ce soin, qui sont faciles à obtenir en temps de paix, mais qui peuvent être parfois négligées dans la fabrication précipitée du temps de guerre, une batterie serait exposée à emporter dans ses coffres des projectiles qui s'arrêteraient dans l'âme et qu'elle devrait lancer au hasard, avec une portée très-diminuée et tout à fait inconnue, inconvénient fort grave pour les pièces à longue portée qui ont souvent à tirer par-dessus des troupes amies.

III. Les expériences comparatives ont fait reconnaître que, sous l'inclinaison de 14°, les obus de Woolwich modifiés ont une portée moyenne supérieure de 120 mètres à celle des obus de 12 livres du modèle primitivement adopté par M. Vavasseur. Cet excès de portée augmente à mesure que l'inclinaison diminue et diminue à mesure que l'inclinaison augmente; les 2 projectiles ont la même portée maxima, 6 200 mètres ou 6 300 mètres; vers 35°, c'est

surtout dans l'augmentation considérable de la justesse que consiste l'avantage des obus de Woolwich modifiés. Cette augmentation est due à la fois à un meilleur centrage par suite d'une fabrication plus soignée, à une meilleure répartition du poids par des épaisseurs mieux réglées et au tournage du corps du projectile. La réduction du poids du projectile a-t-elle aussi une influence favorable sur la justesse? Dans les expériences sur 3 canons de 4 en bronze du système Olry (*Revue d'artillerie*, juin 1873), la Commission de Calais a tiré, dans une pièce du calibre de 76^{mm}, des obus lestés au poids de $4^{k},500$, $4^{k},800$, $5^{k},100$, $5^{k},400$. On a trouvé que, lorsque le poids du projectile augmente, l'écart moyen en direction diminue un peu, tandis que l'écart moyen en portée paraît augmenter. L'écart moyen en hauteur suit à peu près les variations de l'écart moyen en portée. S'il en est ainsi, on doit préférer dans le cas actuel, pour le chargement par la bouche et le calibre de 76^{mm}, le projectile d'un poids voisin de 4 kil. à celui d'un poids voisin de 5 kil., puisqu'à inclinaison égale, et jusqu'à la limite des distances de combat, la portée du projectile léger est sensiblement plus grande, que sa justesse en portée et en hauteur est un peu plus grande, que d'ailleurs ses effets destructeurs sont suffisants pour une pièce divisionnaire, et qu'à nombre égal de coups transportés, le poids des coffres est diminué. Nous rappellerons, à l'appui de cette appréciation, que le canon anglais de 410 kil. et de 76^{mm} a d'abord été destiné à tirer des projectiles de 5 kil. (12 livres), et que l'on s'est ensuite décidé à adopter le projectile de 4 kil. (9 livres).

Nouvel appareil de pointage Vavasseur. — M. Vavasseur a présenté un nouvel appareil de pointage qui a été trouvé satisfaisant et qui pourrait être employé avantageusement dans le service. Cet appareil consiste en deux vis fixées, l'une au bouton de culasse, l'autre au-dessus du corps de l'affût, filetées en sens contraires et entrant dans un écrou commun dont les deux extrémités sont nécessairement

aussi filetées en sens contraires. En faisant exécuter un tour à l'écrou, l'on fait entrer ou sortir chacune des deux



vis d'une hauteur égale à son pas, et, par suite, l'on abaisse ou l'on élève la culasse de la somme des deux pas.

Cet appareil est simple ; il se manœuvre aisément et rapidement; il a supporté 230 coups sans éprouver de dégradations. Sur les affûts Vavasseur, où la cheville, fixant l'appareil sur la fonçure de l'affût, peut prendre trois positions dans les deux plaques percées de trous, les limites du champ de tir vertical sont — 7° et + 25°.

L'appareil pourrait être adapté aux canons se chargeant par la culasse, en remplaçant la liaison au bouton de culasse par la liaison à une fourche articulée contre les flasques, près des tourillons, et supportant la culasse.

A. Godin,
Chef d'escadron d'artillerie de la marine,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Questions relatives à la suppression de la schabraque. — Sur la proposition du Comité de l'artillerie, le Ministre de la guerre a décidé, le 1er septembre dernier, qu'il serait formé dans chaque régiment d'artillerie, du train d'artillerie et du train des équipages militaires, une Commission chargée d'examiner les deux questions suivantes :

1° Y a-t-il lieu de supprimer la schabraque en deux pièces qui est actuellement en service?

2° Quelles seraient les modifications qu'il faudrait apporter à la selle réglementaire pour protéger contre la pluie et la poussière les objets renfermés dans des sacoches?

Essais à faire sur une garniture de tête, pour cheval de selle, proposée par la Commission spéciale de harnachement. — A la date du 24 septembre dernier, le Ministre de la guerre a décidé, sur la proposition du Comité de l'artillerie, que des essais sur une garniture de tête, pour cheval de selle, proposée par la Commission spéciale de harnachement, seraient faits dans les 4e, 8e, 10e, 12e, 19e et 23e régiments d'artillerie, dans le 2e régiment du train d'artillerie, et dans les 2e et 3e régiments du train des équipages militaires. Cette garniture de tête comprend :

1° Une bride simple dont les montants portent deux dés destinés à donner appui au mors de filet qui y est suspendu par une chaînette de quatre mailles et un T. La bouclerie est en cuivre;

2° Un collier remplaçant le licol de parade et se fixant par une patte au bouton de cuir de la têtière;

3° Un mors à branches droites, sans bossettes ni barrette, dont l'embouchure ne forme qu'une seule ligne légèrement courbe;

4° Une longe d'attache en cuir hongroyé, ne faisant plus partie intégrante de la bride. On la détache pour la

placer sur la charge de devant; à cet effet, on la boucle à la courroie du bas de la sacoche de gauche, on la passe dans la courroie du haut, puis on la roule sur elle-même en boudin en arrière de cette sacoche.

Les Commissions chargées des expériences devront comparer cette garniture de tête aux trois modèles déjà en essai (1), et porter principalement leur attention sur le nouveau mors proposé, sur le mors de filet à T, sur le mode de réunion du collier à la bride, sur la nouvelle disposition de la longe d'attache.

Fortifications en fer. — On se propose de faire un grand usage du fer en plaques et de la fonte durcie dans les nouvelles fortifications de Metz. Des deux côtés du nouveau fort de Saint-Privat, on élève des batteries de flanquement cuirassées, qui commanderont les vallées de la Seille et de la Moselle, tandis que deux tourelles tournantes en fer croiseront leurs feux avec ceux du fort Saint-Quentin. Deux systèmes différents pourront être suivis dans l'établissement de ces ouvrages; on se servira de boucliers formés de plaques de fer comme ceux qui ont été essayés à Portsmouth (2), ou l'on construira en blocs de fonte durcie de grandes dimensions, réunis au moyen de rebords saillants et de rainures, des casemates voûtées; on évitera de cette manière tous les boulons, écrous, rondelles qui sont invariablement rejetés au dehors lorsque la construction à laquelle ils appartiennent est frappée par un projectile de gros calibre. Ces casemates en fer, pourvues d'embrasures, contiennent chacune un canon à grande puissance. Une couche épaisse de terre les recouvre; elles sont entièrement à l'épreuve des projectiles tirés soit de plein fouet, soit en bombe, ainsi que l'ont montré les expériences concluantes qui ont été faites au polygone de Tegel, près de Berlin, il y a environ trois ans. Après un tir

(1) 1° Modèle présenté en 1870 par le Comité de l'artillerie; 2° modèle présenté par le capitaine Michel de Grousseau; 3° modèle présenté par M. Desvignes, maître-sellier au 17e rég. d'artillerie.

(2) Ces boucliers sont décrits dans le *Mémoire sur la permanence de l'armement de défense et sur l'emploi des cuirasses métalliques*, par le colonel Berge. (Paris. — Tanera, 1872.)

prolongé à de faibles distances, un projectile parvint à fendre l'un des blocs de fonte, mais celui-ci résista ensuite à tous les efforts, et la solidité de la casemate n'en fut en rien diminuée. Un système analogue de batteries et de forts en fer paraît devoir être proposé pour la défense des côtes, aux embouchures de l'Elbe et du Weser.

(*Engineering*, n° 403.)

Artillerie turque; commande de 500 bouches à feu faite à Essen. — Le Seraskiérat a fait à M. Krupp une commande de 500 bouches à feu destinées à l'armement de l'artillerie et à celui des forteresses turques. Cette commande, dont l'exécution coûtera environ 19 000 000, doit être terminée par l'usine d'Essen dans un délai de quatre ans.

Artillerie anglaise ; tableau de l'emploi du temps dans les batteries. — Dans une conférence très-intéressante sur l'armée anglaise, que vient de publier (1) le capitaine de Mandat-Grancey, attaché militaire à Londres, on trouve, relativement à l'emploi du temps dans l'artillerie, les renseignements suivants :

Tableau de travail d'une batterie d'artillerie.

	ÉTÉ.	HIVER.
Réveil	4 h. 30 environ.	5 h. 30 environ.
Écuries (2)	5 h. 30 à 6 h. 30.	6 h. 30 à 7 h. 30.
Déjeuner	7 h. 45 environ.	7 h. 45 environ.
Manœuvres attelées	8 h. 30.	9 h.
Fourrage	10 h. 30.	10 h. 30.
Écuries (2)	11 h. 30 à 12 h. 30.	11 h. 30 à 12 h. 30.
Dîner	12 h. 30.	12 h. 30.
Manœuvres à pied	2 h.	2 h.
Garde montante	3 h.	3 h.
École	3 h. 30 à 4 h. 30.	3 h. 30 à 4 h. 30.
Thé	4 h. 30.	4 h. 30.
Écuries (2)	5 h. à 6 h.	5 h. à 6 h.
Garde montante d'écurie	6 h.	6 h.
Appel	10 h.	10 h.
Extinction des feux	10 h. 15.	10 h. 15.

(1) Paris, librairie Dumaine.

(2) Il y a par jour trois pansages et au moins trois abreuvoirs, souvent quatre (le quatrième au retour de la manœuvre du matin), d'après le principe qu'un cheval ne doit jamais souffrir de la soif.

Il est à remarquer que l'artillerie anglaise, ainsi que la cavalerie, est remontée presque exclusivement au moyen de juments.

Le dressage des recrues, confié à des sous-officiers spéciaux, prend dans l'artillerie : pour les exercices à pied, six mois; pour les exercices à cheval, trois mois.

En réalité, les deux instructions s'acquièrent simultanément; on admet qu'il faut neuf mois pour former un artilleur.

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Geschichtliche Darstellung der Panzerungen und Eisen-Constructionen für Befestigungen überhaupt . . . . . , von E. Glanz Freiherrn von Aicha, k. k. Hauptmann des Geniestabes. . . . . (*Considérations historiques sur les blindages et les constructions en fer appliquées à la fortification, suivies de l'énoncé des principaux résultats obtenus dans les essais de tir auxquels ces constructions ont été soumises et de renseignements sur les vaisseaux cuirassés*, par E. Glanz, baron d'Aicha, capitaine à l'état-major du génie autrichien.) — (Vienne, 1873. Seidel.)

Dans ce livre sont exposées, suivant l'ordre chronologique, les recherches entreprises à différentes époques pour garantir, au moyen de masques métalliques, les forteresses ou les navires des effets destructeurs de l'artillerie. On essaya d'abord d'employer la fonte, mais cette substance n'est pas propre à un pareil usage, elle n'a ni la ténacité ni la malléabilité nécessaires, le fer dut bientôt lui être substitué. Le fer laminé s'est toujours montré supérieur au fer forgé, et l'on a reconnu aussi qu'une plaque unique résiste mieux aux effets du tir qu'un bouclier d'égale épaisseur formé de plusieurs lames superposées. Les tentatives faites pour associer l'acier au fer (les deux métaux étant réunis au moyen de boulons ou soudés l'un à l'autre) n'ont pas donné de bons résultats; il en a été de même quand on a cherché à employer l'acier seul. Dans ces dernières années, l'usine Gruson a réussi à produire une fonte durcie qui est employée avec avantage dans la construction des blindages, mais il est né-

cessaire de leur donner une grande épaisseur. Pour les petits postes fortifiés, tels qu'on en établit dans les pays de montagne, des lames de fer ou d'acier relativement minces rendent de bons services; elles sont appliquées sur des murailles en bois; pareillement les rails et les fers à T sont d'un très-bon usage pour le blindage des abris et des magasins qui doivent être à l'épreuve de la bombe.

On a récemment essayé en Angleterre des boucliers formés de plaques métalliques alternant avec des couches de béton de fer, le résultat des épreuves n'a pas été favorable à ce genre de revêtement. Au reste, de toutes les expériences faites jusqu'à ce jour, il ressort que les blindages homogènes (d'une seule pièce) possèdent une résistance supérieure à celle des blindages composés, et que, pour marcher dans la voie du progrès, on doit tendre à améliorer la qualité du fer et à augmenter l'épaisseur des plaques.

Le fer est encore susceptible de rendre d'autres services dans la guerre de siége: laminé en plaques minces, on peut en construire des masques de tranchée pour les têtes de sape, des écrans destinés à protéger contre la mousqueterie les servants des pièces de campagne tirant à barbette, ceux des mitrailleuses, ou les tireurs avancés; débité en échantillons de dimensions moindres encore, il peut être substitué au bois de fascinage dans la confection des gabions.

On a aussi fait de longues recherches pour trouver la meilleure organisation à donner aux matelas qui supportent les masques métalliques; différents corps, le fer, le granit, le bois, le caoutchouc, le coton, etc., ont été successivement essayés, mais sans qu'on ait jamais été complétement satisfait d'aucun d'eux, et l'on croit aujourd'hui qu'il y a tout avantage à tenir les cuirasses isolées des murailles qu'elles protégent.

Les projectiles destinés à percer les revêtements métal-

liques doivent être faits avec un métal tenace et élastique, sinon ils seraient brisés ou déformés par la violence du choc et ne produiraient pas d'effet sérieux : les boulets d'acier sont les meilleurs, mais depuis quelque temps on emploie aussi avec succès des boulets en fonte trempée qui coûtent moitié moins cher.

Après cet exposé historique, l'auteur décrit en détail un moyen qu'il propose pour arriver à augmenter le champ de tir des bouches à feu casematées, tout en laissant une grande épaisseur au masque antérieur du réduit. Particulièrement avantageux dans les pays accidentés, où le terrain est généralement très-étroit, la disposition projetée procurerait, en toute circonstance, une grande économie, puisqu'elle permet de réduire l'étendue des ouvrages et le nombre des bouches à feu.

L'analyse qui précède ne saurait donner une idée exacte du nombre et de la valeur des renseignements contenus dans l'ouvrage de M. le capitaine d'Aicha. Les officiers d'artillerie et du génie, qui ont grand intérêt à connaître tout ce qui touche à l'importante question des revêtements métalliques, trouveront dans ce livre bien des renseignements qu'ils ne pourraient se procurer ailleurs qu'au prix de longues et pénibles recherches. Des planches exécutées avec soin facilitent l'intelligence du texte.

Mémorial de l'Officier du génie; recueil de mémoires, expériences, observations et procédés généraux propres à perfectionner la fortification et les constructions militaires, rédigé par les soins du Comité des fortifications. — N° 21, 2e série, tome VI.

Le 21e volume du *Mémorial de l'Officier du génie* vient de paraître. Il contient douze Études, Mémoires ou Rapports, dont quelques-uns sont d'un grand intérêt pour l'artillerie.

Le tir des batteries allemandes contre les forts et l'enceinte de Paris, pendant le siége de 1870-1871, avait donné lieu à de nombreuses observations de la part des

officiers du génie employés à la défense, au sujet des effets produits par les projectiles de divers calibres sur les parapets, les escarpes, les maçonneries et les abris de différentes natures. M. le capitaine Petit a groupé les renseignements ainsi recueillis dans une Note très-intéressante qui se trouve au commencement du volume; après avoir indiqué, pour chacune des batteries allemandes, l'emplacement, le but à battre, le nombre et le calibre des pièces, le nombre de projectiles tirés, etc., cet officier donne des détails sur les angles de chute, la pénétration dans les terres, les effets sur les maçonneries et les abris de toutes sortes, enfin sur le tir en brèche. Deux vues de la courtine 2-3 du fort d'Issy, où l'on a essayé de faire brèche à grande distance, montrent l'état de l'escarpe et des voûtes en décharge, l'une après le premier siége, l'autre après la chute de la Commune. Les résultats consignés dans cette Note intéressent à un haut degré les officiers d'artillerie, qui pourront en déduire d'eux-mêmes d'importantes conclusions.

Un plan avec zones teintées, dressé par le capitaine Petit et le lieutenant Vinclaire, donne une idée très-nette de la manière dont se sont répartis, pendant le bombardement, les projectiles allemands dans les différents quartiers de Paris; l'examen de ce plan et la lecture de la note explicative qui y est jointe, confirment l'opinion généralement admise qu'une opération de cette nature, lorsqu'elle s'étend à d'aussi grandes surfaces, ne produit que peu d'effet (1).

Trois projets d'affûts à éclipse sont présentés par le commandant Mangin; dans les deux premiers, il s'est astreint à conserver sans modification la pièce et l'affût de 24; c'est la plate-forme tout entière, avec la bouche à feu, l'affût et le châssis, qui s'élève ou s'abaisse à l'aide d'un contre-poids; dans le troisième, les organes élévateurs agis-

(1) On remarquera, en passant, que sur 15 édifices signalés comme ayant été les plus éprouvés, 9 étaient affectés au service des hôpitaux et des ambulances.

sent directement sur la pièce, celle-ci se transporte parallèlement à elle-même en vertu d'un mouvement de parallélogramme articulé. Aucun de ces systèmes ne paraît exempt des graves défauts qu'on reproche aux affûts élévateurs; tous les trois exigent un contre-poids dont la masse est considérable (10 000 kil.); la manœuvre des deux premiers est lente et réclame le concours d'un assez grand nombre de servants; le troisième, d'un maniement plus facile, est d'un prix très-élevé, qui ne saurait être moindre que 30 000 fr.

Cinq Mémoires sont consacrés à l'étude des mines militaires et de leurs effets; cette question est traitée avec beaucoup de détails. De nombreux abaques, joints au texte, permettent de résoudre rapidement les problèmes relatifs au chargement des fourneaux.

On lira avec intérêt les détails donnés par le commandant Peltier sur les travaux exécutés sous sa direction dans le nord-ouest de la France, pendant la dernière guerre, pour préparer la destruction de divers ouvrages d'art (tunnels, ponts en fer, en maçonnerie, etc.).

Le volume se termine par une Note sur un nouveau système de télégraphie optique, expérimenté à Paris et en province en 1870-1871; on a réussi, par les procédés indiqués, à établir la correspondance entre deux stations éloignées de 37 kil.; cette distance, d'après la Note, pourrait atteindre et même dépasser 50 kil.

Le gérant : CH. NORBERG.

DE LA TACTIQUE DES TROIS ARMES

ET DES MODIFICATIONS A Y APPORTER

POUR SATISFAIRE AUX EXIGENCES DE LA GUERRE ACTUELLE.

Conférence faite le 31 mai 1873 par le capitaine H. Brackenbury [1], de l'artillerie royale, à la « *Royal United Service Institution* ». (Traduit de l'anglais par le commandant de Grandry.)

(*Suite.*)

En passant à la tactique de l'artillerie, il faut revenir à la question de l'attaque et de la défense. Comment se fait-il que, malgré la force prodigieuse que donnent en apparence les moyens actuels à la défense, l'attaque réussisse toujours? Pourquoi la plupart des tacticiens d'aujourd'hui reconnaissent-ils que l'offensive est presque toujours supérieure à la défensive? La raison en est que l'assaillant peut choisir son point d'attaque, concentrer son feu sur ce point, ordonner l'assaut au moment opportun, tandis que le défenseur doit garder la position dans toute son étendue et ne sait qu'au dernier moment à quel point et à quel moment aura lieu l'attaque la plus sérieuse. Il est admis d'une manière absolue, et ceux qui avaient des doutes à cet égard doivent être convaincus par l'expérience des dernières guerres, que, si l'on veut attaquer avec quelques chances de succès une position occupée par de bonnes troupes, l'attaque doit être précédée par un feu d'artillerie continué longtemps et par-dessus tout dirigé avec précision. Les guerres de 1866 et de 1870 prouvent que toutes les attaques qui ont été tentées sans ce feu d'artillerie préalable ont été suivies

[1] L'auteur de la conférence dont on donne aujourd'hui la 2e partie, le capitaine H. Brackenbury, professeur d'histoire militaire à l'Académie royale militaire de Woolwich, a dû récemment s'embarquer pour la côte de Guinée. Il y accompagne Sir Garnet Wolseley, commandant supérieur de l'expédition qu'on prépare pour châtier les Ashantees et réparer l'échec essuyé dernièrement par les troupes anglaises sur les bords de la rivière de Prah. Si cette expédition aventureuse n'offre pas un grand intérêt au point de vue de la tactique, elle n'en fournira pas moins matière, pour un observateur comme le capitaine Brackenbury, à d'intéressantes études.

d'échecs et de pertes hors de proportion avec le résultat obtenu. C'est à cela que les Prussiens attribuent principalement l'importance de leurs pertes à Spicheren. Ce fut la même chose à Saint-Privat, et, après la première attaque, ce fut surtout le feu d'artillerie qui ébranla le moral des Français qui occupaient cette position. Le commandant du 6e corps français, qui avait été sous le feu à l'Alma, à Inkermann, à Magenta, à Solferino et à Rezonville, a dit qu'il n'aurait jamais pu, même en imagination, se figurer une grêle de projectiles d'artillerie comme celle qui fut lancée sur la position de Saint-Privat, et que les hommes les plus braves pouvaient seuls soutenir longtemps un feu semblable.

Dans ces duels d'artillerie qui doivent précéder l'attaque, on reconnaît l'importance énorme qu'il y a à obtenir, au début de l'action, de la supériorité sur l'artillerie ennemie. Cette supériorité doit appartenir, au commencement, à la défense, car les défenseurs sont en position et peuvent diriger leur feu sur toute artillerie qui paraît, tandis que les assaillants doivent amener successivement leurs pièces des colonnes de marche.

Il n'y a pour l'assaillant qu'une chance de parer à ce danger. Il doit promptement mettre en action des masses d'artillerie, ne pas perdre une minute à faire un feu incertain ou à disperser inutilement ses coups, mais commencer tout de suite, avec plusieurs pièces pointées dès le début avec précision, un feu nourri et le concentrer aussitôt sur le point unique dont l'importance est la plus immédiate. Pour atteindre ce résultat avec succès, trois conditions différentes doivent être remplies. La première, c'est que l'artillerie soit rapprochée de la tête des colonnes de marche. On ne s'étendra pas sur ce point; il est admis actuellement comme une nécessité tactique. Le prince de Hohenlohe le met fortement en évidence dans son ouvrage. Il est, en effet, d'une importance capitale, et l'on trouvera dans cet ouvrage tous les détails relatifs à la position

la plus avantageuse à assigner à l'artillerie dans les colonnes (1).

La seconde condition, c'est la faculté d'apprécier avec justesse et rapidité la distance, et de tirer avec beaucoup de précision. Un bon télémètre et, à son défaut, une grande habitude, permettent d'atteindre le premier résultat; le second ne s'obtient que par une instruction bien soignée de l'artilleur. Il y a lieu ici d'appuyer avec force sur ce point : que la justesse du tir doit avoir pour l'artillerie une importance beaucoup plus grande que la rapidité du feu; bien tirer doit être son but tactique principal. Comme l'infanterie, l'artillerie, dans l'animation du combat, peut tirer trop vite. Tous les coups tirés dans ces conditions, font plus de mal que de bien. C'est un gaspillage de munitions amenées souvent à grande peine, et qui pourront faire cruellement défaut plus tard.

En troisième lieu, il faut que le commandement de l'artillerie soit organisé de manière que les bouches à feu puissent toutes entrer en action avec un seul objectif et non avec plusieurs, qu'elles concentrent leur feu au lieu de le disperser, et que le point sur lequel cette concentration a lieu soit bien celui qui répond le mieux au but que se propose le commandant en chef des troupes. Ceci exige qu'un officier d'artillerie commande toujours toute l'artillerie de ces troupes, qu'elles forment soit une avant-garde, soit une division ou un corps d'armée; que cet officier accompagne le commandant en chef lorsqu'il fait la reconnaissance de la position, apprenne de lui quels sont ses desseins et devienne responsable vis-à-vis de lui de leur accomplissement. L'officier d'artillerie ne peut remplir la tâche dont il est dès lors responsable qu'en ordonnant lui-même les mouvements de son artillerie, en surveillant son

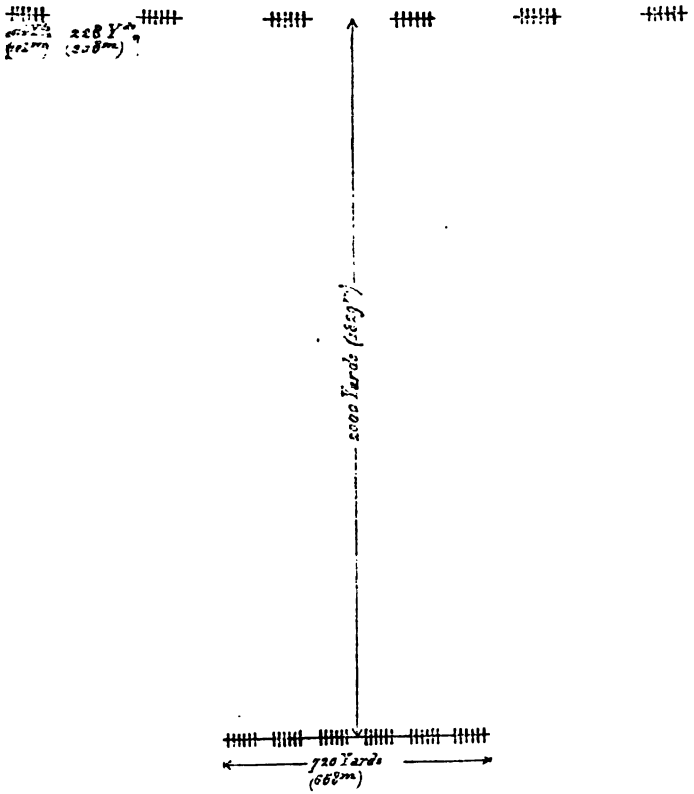
(1) *De l'emploi de l'artillerie de campagne avec les autres armes*, par Kraft, prince de Hohenlohe-Ingelfingen. (*Ideen über die Verwendung der Feld-artillerie in Verbindung mit den andern Waffen, nach der Einführung gezogener Gewehre und Geschütze, von Kraft, Prinz zu Hohenlohe-Ingelfingen, General-Major;* Berlin 1869, Vossische Buchhandlung.)

action, sans s'ingérer dans les détails des batteries, mais en lui donnant une direction générale qui fasse concourir toutes les batteries à l'exécution du plan qui lui aura été confié. Les commandants de batteries ne peuvent tous connaître ce plan général : leur action doit donc se borner à exécuter les ordres de l'officier commandant l'artillerie. S'il en était autrement, si chacun pouvait choisir l'objectif de son tir, on arriverait inévitablement à disperser le feu au lieu de le concentrer. C'est ainsi seulement que la réunion d'une certaine masse d'artillerie pourra avoir une grande importance, son action ayant lieu sous l'impulsion unique de l'officier commandant l'artillerie. Si, au contraire, les batteries sont dispersées, la transmission des ordres prendra, d'une part, un temps beaucoup plus long; de l'autre, il est presque impossible d'empêcher des commandants de batterie de céder à la tentation de faire feu sur les troupes qui se présentent devant leur propre front. Leur feu se trouvera par suite perdu, du moins en ce qui regarde l'exécution du plan d'ensemble, la préparation de l'attaque principale sera retardée, et ce retard pourra être funeste.

On fait, il est vrai, un reproche à cette réunion d'artillerie en masse à laquelle on préférerait la séparation des batteries, tout en maintenant la concentration du feu. On dit que des batteries réunies en masse présentent à l'ennemi un but plus considérable que des batteries isolées. Mais une batterie isolée présente un front de 100 yards (91 mètres de large) : si l'infanterie et l'artillerie ne peuvent atteindre un but de cette dimension, on peut, sans le moindre inconvénient, leur en offrir un plus grand. Si on disait qu'il vaut mieux isoler les pièces, l'argument serait juste, car une pièce isolée est un but assez difficile à toucher; mais personne ne soutient une disposition pareille.

On reproche aussi aux grandes masses d'artillerie de se trouver exposées obliquement aux feux des batteries dispersées. Supposons six batteries séparées par une dis-

Fig 6



tance de 2 000 yards (1 829 mètres) de six autres batteries; admettons que les 36 premières pièces soient massées sur un front de 720 yards (658 mètres), tandis que, du côté opposé, il y aura, entre chaque batterie, des intervalles doubles du front de chacune d'elles, ce qui fera occuper aux 36 pièces de ces batteries un front de 1 824 yards (1 668 mètres). On voit, d'après la figure, combien l'avantage du feu obliqne a peu d'importance. Dans l'hypothèse où l'on se place, voici ce qui arrivera : l'officier qui commande les 36 bouches à feu massées se met, avec sa

longue-vue, en arrière de leur centre, et il n'est alors qu'à 360 yards (329 mètres) de chaque extrémité de sa ligne. En une minute, il peut faire parvenir un ordre à ses bouches à feu les plus éloignées. Il donnera d'abord à la masse de ses pièces l'ordre d'écraser la batterie n° 1 de l'ennemi; en quelques coups ce but sera rempli. Puis il fera écraser la batterie n° 2, et ainsi de suite. Croit-on que des batteries séparées par des intervalles ayant le double de leur front pourraient agir avec un ensemble pareil, quand il y a presque 1 kilomètre de distance du centre aux extrémités de la ligne?

C'est à cet art de masser les bouches à feu et à l'unité d'action qui en est résultée, tout autant qu'à la grande précision de leur tir, que les Prussiens ont dû les succès remarquables de leur artillerie pendant la campagne de 1870. Comme exemple de ce fait, on peut citer la batterie de 84 canons du 7e corps prussien à Gravelotte. Le commandant du 2e corps français, dont les troupes étaient en face de cette batterie, s'exprime ainsi : « Les Prussiens » l'emportaient sur nous, non-seulement par le nombre des » pièces (3 au moins contre 2), mais aussi et surtout par » la puissance du projectile, par la portée, et, pourquoi ne le » dirions-nous pas, par la précision du tir. Nous ne pouvions » pas ne point remarquer leur soin à choisir les positions » qui convenaient pour leur artillerie, à la défiler des vues, » à constituer rapidement pour leurs batteries des moyens » artificiels de protection, enfin à provoquer par un tir » d'essai, d'apparence timide, les batteries de l'adver- » saire, pour en faire accuser la présence et l'importance, » et pouvoir leur opposer un nombre très-supérieur de » pièces, toutes choses, d'ailleurs, que notre artillerie sait » faire aussi, mais qu'elle ne pratique peut-être pas assez [1]. »

C'est par le feu concentré des masses d'artillerie que les Prussiens démoralisèrent le 6e corps français à Saint-Pri-

[1] *Rapport sur les opérations du deuxième Corps de l'armée du Rhin, dans la campagne de 1870*, par le général Frossard, page 116.

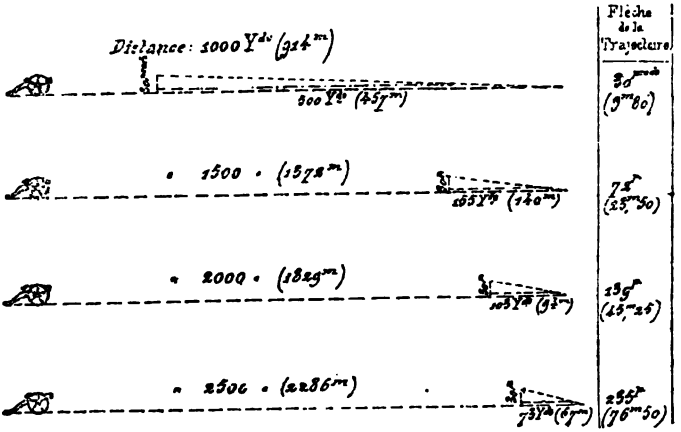
vat. Aussitôt que la supériorité du feu de l'artillerie est établie, tous les mouvements de l'infanterie ennemie sont d'avance réduits à néant; on peut le voir par l'exemple cité plus haut, des vaines tentatives du 93e régiment d'infanterie français, à la bataille de Rezonville.

Dans le choix des positions à donner aux bouches à feu, leur protection, la vue distincte de l'ennemi, la nature du sol, doivent toujours fixer l'attention des officiers d'artillerie, à peu près comme par le passé. Mais les changements apportés dans ces derniers temps au matériel introduisent un nouvel et très-important élément dans le choix des positions et aussi dans la conduite du feu. Si on étudie les champs de bataille de la dernière guerre, on reste convaincu que, à l'exception peut-être des premiers débuts d'une action, et lorsque l'artillerie a précédé les autres troupes, elle doit presque constamment tirer par-dessus la tête de son infanterie. A Wissembourg, à Wœrth, à Spicheren, à Rezonville, à Gravelotte, cela a eu lieu d'une manière constante, et même on ne peut concevoir comment il pourrait en être autrement aujourd'hui, avec les grandes distances où se trouvent les pièces et où se font les premières formations de troupes. L'artillerie entre en action à 2 500 ou 2000 yards (2 286 ou 1 829 mètres); et en admettant qu'elle se porte plus tard en avant, sacrifiant ainsi la connaissance exacte des distances et un temps précieux, elle ne pourra aller avec son infanterie à quelques centaines de yards de l'ennemi, au beau milieu de la zone dangereuse de la fusillade. Doit-on cesser le feu aussitôt que les troupes se trouvent de 600 à 800 yards (548 mètres à 732 mètres) de l'ennemi, et quel danger y aurait-il à le continuer?

Si on admet qu'une troupe est complétement à l'abri lorsqu'un projectile passe à 24 pieds ($7^m,35$) au-dessus de la tête des hommes qui la composent, on voit, d'après les chiffres ci-dessus, qu'à 2 500 yards (2 286 mètres) l'artillerie peut tirer jusqu'à ce que son infanterie soit à

Fig 7

Tir de l'Artillerie par-dessus l'Infanterie.



73 yards (67 mètres) de l'ennemi; à 2000 yards (1 829 mètres), jusqu'à 103 yards (94 mètres); à 1 500 yards (1372 mètres), jusqu'à 153 yards (140 mètres) et à 1000 yards (914 mètres) jusqu'à 400 ou 500 yards (366 à 457 mètres,) car, dans ce dernier cas, quoique la trajectoire ait une flèche maxima de 30 pieds, sa tension est très-grande. (¹) La faculté de permettre le tir par-dessus la tête de ses propres troupes aura une grande importance lorsqu'il faudra déterminer la limite d'un déplacement en avant. Si on se rapproche trop, la tension des trajectoires pourra empêcher le tir, tandis que une position bien choisie permettra de continuer le feu longtemps. Dans chaque cas particulier, l'officier d'artillerie aura à décider, s'il doit se porter en avant, de combien et dans quelle direction il doit le faire, et sa décision aura des conséquences importantes pour la continuation plus ou moins longue de son feu.

Il est assez délicat d'établir jusqu'à quel point l'artillerie peut tenir contre l'infanterie. Si l'infanterie peut

(¹) Tous ces nombres se rapportent au canon anglais de campagne de 9 livres.

arriver à bonne portée, à 600 yards (550 mètres) par exemple, à moins que les bouches à feu ne soit très-bien abritées, elles seront très-promptement réduites au silence. On pourrait citer de nombreux exemples dans lesquels les pièces ont du cesser le feu à des distances de 400 à 800 yards (366 à 732 mètres) de l'infanterie : quelquefois cependant, elles ont continué leur tir aux prix de sacrifices énormes. La position la plus dangereuse se présente pour les pièces lorsqu'elles sont placées en avant du front ou aux extrémités de la ligne. Dans les autres circonstances, elles ont pour les couvrir toute l'infanterie qui combat en avant d'elles; mais en avant ou aux extrémités de la ligne, il leur faut une escorte de cavalerie et d'infanterie si le terrain est découvert, d'infanterie seulement si le terrain est accidenté. Cette escorte ne doit pas se placer près de la batterie, mais se porter en avant, à la manière des avant-postes et assez loin des flancs des batteries, de manière à empêcher l'approche des plus petits détachements qui pourraient se glisser jusqu'à bonne portée. A la bataille de Gitschin, des canons autrichiens de gros calibre, qui étaient en position en avant de Zames, furent contraints à la retraite par suite de l'apparition d'infanterie ennemie qui avait grimpé dans la vallée de Cydlena et qui avait ouvert le feu sur eux à environ 400 yards (366 mètres).

Il y a cependant des circonstances où le devoir absolu d'un officier est de soutenir le combat avec ses bouches à feu, jusqu'à la fin et même lorsque la perte de ses pièces sera la conséquence inévitable de la prolongation de la lutte. Les officiers autrichiens qui, pour protéger la retraite de leur armée sur le champ de bataille de Kœniggrätz, continuèrent le feu de leurs canons jusqu'à ce que presque tous leurs chevaux et la plus grande partie de leurs hommes fussent tués, ont bien mieux mérité de leurs compagnons d'armes et de leur pays que s'ils avaient quitté plus tôt l'action, à un moment où leurs pertes en hommes et chevaux eussent été moins considérables.

Les Prussiens recommandent cette manière d'agir et dans le rapport de Steinmetz sur les opérations exécutées le 18 août, on lit le passage suivant : « L'action de l'ar-
» tillerie fut remarquable. A plusieurs reprises elle ré-
» duisit au silence les canons de l'ennemi, écrasa ses
» positions et fit preuve d'un grand calme et d'une grande
» résolution sous le feu de l'infanterie. La batterie à che-
» val de Hasse mérite une mention toute spéciale. Quoi-
» qu'elle eût épuisé ses munitions, perdu tous ses chevaux
» de trait à l'exception de 6 (sur 36), et plus de la moitié
» de ses chevaux de selle (28 sur 48), elle ne quitta pas
» sa position [1]. »

On dit que les canons sont les drapeaux des artilleurs : il serait à désirer qu'il n'en fût pas ainsi. Lorsqu'un bataillon après avoir tenu jusqu'à la dernière limite, laissant ses morts par centaines sur le terrain, se retire, en combattant encore, autour des débris de son drapeau, il se couvre de gloire. Pourquoi la batterie qui luttant jusqu'au bout, voit ses chevaux tués et le nombre de ses hommes tellement réduit qu'elle ne peut emmener ses pièces, comme le bataillon emporte son drapeau, ne mériterait-t-elle pas les louanges qu'on prodigue à ce dernier ?

La question de l'emploi de l'artillerie à cheval dans les grandes batailles est actuellement très-discutée. On croit qu'il est préférable de la porter en avant et de lui faire prendre part, dès le principe, à l'action générale, comme cela a été fait pour les 24 pièces de la division de cavalerie à Rezonville, au lieu de la laisser en arrière avec la cavalerie. Dans ce dernier cas, elle n'aura, selon toute probalité, que peu ou point l'occasion de donner.

Toutes les fois qu'une position est enlevée par l'infanterie, il faut immédiatement y amener du canon. C'est une opération nécessaire aujourd'hui. Les Prussiens en font une règle et on peut voir l'importance qu'ils y atta-

---

[1] *Die Operationen der ersten Armee, unter General von Steinmetz*, von A. v. Schell, Major im grossen General-Stabe. — Berlin 1872, p. 131.

chent par l'empressement avec lequel ils amenèrent deux batteries au sommet des hauteurs de Spicheren.

En finissant, on dira un mot de l'importance qu'il y a à conserver une réserve d'artillerie. Les auteurs allemands ne paraissent pas y attacher une attention suffisante. Le fait est que les Prussiens eurent, dans toutes les circonstances, soit par le nombre soit par la qualité de leurs troupes, une supériorité si grande que jamais un de leurs flancs ne fut tourné : ils n'eurent même jamais à craindre ce danger. Mais s'il en eût été autrement, comment eussent-ils résisté sans canons à une attaque de flanc ? C'est surtout pour repousser ces sortes d'attaques, qu'il est indispensable de conserver des bouches à feu en réserve.

Toutes ces questions de tactique ont une importance capitale. Une armée qui entre en campagne avec des idées fausses sur la tactique est bientôt démoralisée, comme le fut l'armée autrichienne, en 1866, par les échecs répétés de ses attaques. La génération actuelle a une lourde responsabilité : loin de la décliner, elle doit se mettre à l'étude, profiter de l'expérience des dernières guerres, et modifier sa tactique de manière qu'elle réponde à tous les progrès des armées modernes : l'histoire est là pour lui montrer à quels désastres elle s'exposerait si elle agissait autrement.

La conférence terminée, le prince Arthur d'Angleterre, qui présidait la séance, invita à prendre la parole ceux des auditeurs qui avaient des observations à présenter sur le sujet traité par le capitaine H. Brackenbury. En résumant la discussion qui eut lieu, on s'attachera surtout à reproduire les remarques concernant le service de l'artillerie et particulièrement celles qui furent présentées par le lieutenant-colonel Owen et le major C. B. Brackenbury [1] de l'artillerie royale, officiers jouissant d'une grande autorité dans leur arme ; on analysera également les observations faites par le lieutenant-

[1] Le major C. B. Brackenbury, frère du capitaine, a suivi pendant la dernière guerre l'état-major du prince Frédéric - Charles ; il y a vu et étudié de très-près nos ennemis.

général sir Lintorn Simmons, appartenant à l'arme du génie, gouverneur de l'Académie royale militaire de Woolwich (1).

Avant la dernière guerre, dit le *Colonel Owen*, il était admis, en général, qu'on devait chercher à concentrer le feu de l'artillerie sans grouper les bouches à feu. Ce principe est certainement juste pour ce qui concerne l'artillerie destinée à l'attaque et à la défense des places ou des côtes ; mais dans la guerre de campagne, il est indispensable, comme l'a dit le capitaine H. Brackenbury, de masser les bouches à feu, si l'on veut pouvoir les surveiller et les faire concourir à un but commun.

Cependant la manière dont les Prussiens emploient leur artillerie donne lieu à quelques critiques. Dans certains cas, en terrain accidenté par exemple, il est dangereux de placer de grandes masses d'artillerie en tête des colonnes de marche ; les plus grands désastres peuvent résulter de l'embarras causé par l'agglomération d'un grand nombre de voitures incapables de se défendre elles-mêmes. De plus, on doit toujours garder, comme l'a dit l'orateur, une certaine quantité d'artillerie en réserve pour l'employer au moment décisif. La guerre offre de nombreux exemples où l'emploi de ces réserves a donné la victoire. C'est par la sage économie que Napoléon Ier sut faire de son artillerie qu'il put gagner la bataille de Lutzen sur les Prussiens et les Russes qui avaient une artillerie plus que double de la sienne.

Le tir des shrapnels organisés comme ils le sont aujourd'hui en Angleterre aura, sans aucun doute, un effet formidable sur les champs de bataille ; mais on doit reconnaître que les projectiles de ce genre sont sujets à plusieurs inconvénients, et qu'ils sont parfois moins avantageux que les obus ordinaires, particulièrement lorsque les batteries doivent tirer par-dessus des troupes placées en avant. En outre, les shrapnels ne produisent de grands effets qu'autant qu'ils sont animés d'une vitesse initiale considérable ; il devient dès lors nécessaire d'employer de fortes charges, susceptibles d'amener la rupture du projectile ou de troubler la régularité du jeu de la fusée. Les fortes vitesses initiales, qu'on recherche partout aujourd'hui et qu'on paraît avoir obtenues dans les canons français en expérience (elles s'élèveraient, dit-on, à 600 mètres), ne semblent pas aussi redoutables qu'on pourrait le croire. En admettant que ces vitesses puissent être obtenues d'une manière normale, l'usage du shrapnel deviendrait alors presque impossible sur le champ de bataille. Très-peu d'obus et de fusées résisteraient à l'effet de charges aussi considérables que celles dont de pareilles vitesses rendent l'emploi nécessaire; et non-seulement les bouches à feu et les projectiles sont exposés à se dégrader, mais il devient encore impossible de diriger un tir plongeant contre des troupes bien couvertes. La grande tension de la trajectoire présente des avantages incontestables, mais offre aussi de grands

(1) Les autres officiers qui ont pris part au débat sont les généraux Lord de Ros et Sir William Codrington, les majors-généraux Mac Dougall et Sir Percy Herbert, le colonel d'artillerie Hamley, et le major Colley, du 2e régiment d'infanterie.

inconvénients et rend souvent le feu complétement inefficace ; un abri d'une faible hauteur suffit alors à garantir les troupes. Le tir des obus ordinaires à charges réduites peut être fort avantageux et il sera très-sage de s'y préparer à l'avance en faisant entrer ces charges dans l'approvisionnement des batteries.

Suivant le *Lieutenant-général sir Lintorn Simmons*, depuis l'introduction des fusils à tir rapide et des canons rayés, il est impossible à un bataillon d'aborder l'ennemi par une marche en ligne. L'honorable général insiste encore sur la nécessité absolue où se trouvera l'artillerie, dans beaucoup de circonstances de guerre, de tirer par-dessus d'autres troupes. Dans l'attaque de Saint-Privat, dont il a été parlé, la garde royale prussienne s'avança jusqu'à environ 400 mètres du village, couverte par ses tirailleurs et ayant en arrière ses soutiens et ses réserves en colonnes. Au moment où elle fut obligée de suspendre son attaque, toute la troupe se coucha à terre sans battre en retraite, donnant ainsi à l'artillerie la possibilité de continuer son feu, jusqu'à l'instant où l'artillerie française dut se retirer et où l'attaque put être reprise. Que cette artillerie se soit retirée par suite du feu ennemi ou du manque de munitions, le général l'ignore, mais il affirme que les 72 canons français avaient cessé leur feu au moment où la garde prussienne renouvela son attaque.

La bataille de Sedan offre un exemple remarquable du système d'attaque des Prussiens dans la dernière guerre. La 19e brigade du 5e corps, attaqua les positions entre Illy et Floing avec quatre bataillons, deux en première ligne dans leur formation ordinaire et deux en seconde ligne. Ces bataillons se portèrent contre les Français sur un terrain complétement découvert. Ils descendirent dans une vallée et, au moment où ils arrivèrent au petit ruisseau qui coule au fond, la première ligne avait absorbé ses soutiens. En montant le versant opposé, après quelques bonds successifs de peu d'étendue, les réserves se trouvèrent aussi absorbées. Enfin après un nouveau mouvement en avant et, au moment où ils arrivaient en contact avec les Français, les quatre bataillons ne faisaient plus qu'une seule ligne. Ils furent repoussés et durent se retirer et se mettre à couvert à une faible distance. Aussitôt l'artillerie prussienne ouvrit de très-loin, 2 000 à 2 500 mètres, un feu violent et très-efficace sur les hauteurs occupées par les Français. Ceux-ci néanmoins franchirent à trois reprises successives le bord des hauteurs pour chasser les Prussiens. Ils furent repoussés à leur tour et les Prussiens parvinrent à s'emparer d'une maison placée au sommet des hauteurs et ensuite des hauteurs elles-mêmes. Cet exemple montre parfaitement la manière dont la ligne d'attaque se forme par l'absorption successive des unités en arrière.

Contrairement à l'avis du lieutenant-colonel Owen, le général estime qu'il est essentiel aujourd'hui de tenir l'artillerie, pendant la marche, près des têtes de colonnes. L'avant-garde ou les troupes qu'on doit donner comme

escorte ou comme soutien à l'artillerie doivent évidemment être assez fortes pour la garantir contre toute surprise, en terrain couvert ou découvert. En arrivant à portée de l'ennemi, toutes les bouches à feu prennent position et plus elles sont nombreuses, mieux cela vaut. L'expérience de la guerre prouve d'une manière évidente que l'attaque de l'infanterie doit être préparée par l'artillerie, et par suite, à moins que l'artillerie ne soit rapprochée du front, on perdra un temps précieux dans cette préparation de l'attaque. Le temps que perdront les assaillants sera gagné par les défenseurs, leur permettra d'amener des réserves et peut-être de repousser l'attaque, qui doit toujours être préparée et menée avec la plus grande promptitude.

Enfin l'éducation militaire, *l'entraînement* à la guerre, poussé à un degré très-élevé, est absolument nécessaire, non-seulement pour les officiers, mais aussi pour les soldats : il doit commencer par le simple soldat, s'étendre au sous-officier qui commande une petite section et exister jusqu'au sommet de la hiérarchie militaire.

Les observations personnelles du *Major Brackenbury* lui permettent d'affirmer que le caractère particulier de l'éducation militaire prussienne est le développement de la responsabilité de chacun. Ce système de responsabilité, dans la pratique du combat, s'étend jusqu'au couple de tirailleurs qui opèrent ensemble. Leur part n'est pas grande, si l'on veut, mais ils sont du moins responsables de leurs vies à eux et de celles de quelques-uns des hommes qui sont en arrière. Les soldats allemands arrivent, par l'habitude, à un tel degré de fermeté au feu, que le major Brackenbury en a vu souvent abaisser leurs armes plusieurs fois de suite, viser, puis, lorsque leur ennemi faisait un mouvement qui le dérobait, relever leurs fusils sans faire feu. Chaque homme apprend à se cacher, à prendre soin de lui pour son propre compte et à viser son ennemi. Dans les autres armées, l'homme attend un commandement pour se cacher, et c'est à peine s'il sait bien viser son adversaire.

L'artillerie et l'infanterie peuvent difficilement marcher réunies. Le pas de l'artillerie est plus lent que celui de l'infanterie, mais le trot le plus lent de l'artillerie est plus rapide que le pas accéléré de l'infanterie : les deux armes doivent donc se gêner respectivement. Le meilleur système consisterait à faire marcher la grande masse de l'artillerie sur une route parallèle à celle de l'infanterie et sous l'escorte de la cavalerie. Ce serait plus facile qu'on ne le suppose généralement, à cause du grand nombre de routes qui existent aujourd'hui.

L'artillerie peut-elle soutenir l'attaque de l'infanterie ? Le major Brackenbury croit qu'une artillerie bien servie et bien appuyée peut défier l'infanterie : une batterie de 6 pièces ne le pourra pas, mais cinquante pièces réunies donneront un développement de feu tel, qu'elles pourront se défendre elles-mêmes. L'infanterie peut tuer des hommes. mais ne peut désemparer des canons ; un ou deux canonniers suffisent à la rigueur et ont souvent suffi en guerre pour servir une pièce. Le feu de l'artillerie exerce un effet de

démoralisation hors de proportion avec le nombre d'hommes qu'il blesse ou qu'il tue.

On doit chercher à mettre les avant-trains à l'abri, et si on ne peut le faire, il faut placer les chevaux face en arrière ; les coffres d'avant-train les garantissent jusqu'à un certain point du feu de l'infanterie. Du reste on pourrait disposer sur ces avant-trains des écrans à l'épreuve des balles.

On ne peut assigner d'une manière absolue la place la plus convenable à donner à l'artillerie dans les colonnes de marche. En général il sera très-utile de lui faire prendre la tête de toutes les autres troupes, excepté, bien entendu, de l'avant-garde et de la cavalerie qui précède l'armée. Dans quelques circonstances, dans les pays boisés par exemple, ou dans les défilés, lorsque l'ennemi est proche, il serait dangereux et inutile d'avoir l'artillerie en avant, mais ceux qui redoutent de lui donner en général cette position paraissent ne pas apprécier à sa juste valeur la protection qui résulte de l'emploi de la cavalerie en avant des têtes de colonnes. Elle doit les couvrir d'un voile impénétrable.

Le grand nombre et la qualité des routes dans tous les pays civilisés rendent les mouvements de l'artillerie faciles et permettent de conserver les chevaux qui la traînent en beaucoup meilleur état. On peut, par suite, se servir dans la guerre de campagne de plus gros calibres que par le passé, tirer à de plus longues portées, avec des projectiles plus puissants ; mais il devient alors indispensable d'avoir un bon télémètre pour apprécier les distances.

A plusieurs reprises, pendant la dernière guerre, il a été démontré que les chevaux gris attirent beaucoup plus l'attention de l'ennemi que ceux de toute autre couleur. Les batteries attelées de chevaux gris ont invariablement plus souffert que les autres.

La vieille querelle entre ceux qui veulent masser les canons ou concentrer le feu en laissant les canons séparés, paraît oiseuse à quiconque a vu sur quelle échelle se fait actuellement la guerre. Il y a une telle quantité de bouches à feu mises en action dès le commencement de la lutte, bien avant que l'infanterie soit engagée, que la seule difficulté est de trouver pour elles assez de positions d'où elles puissent bien voir l'ennemi.

Après quelques mots du *Capitaine Brackenbury*, le président clôt la séance en lui adressant des remercîments en son nom et au nom de tous les officiers présents.

Traduit par le chef d'escadron d'artillerie,
F. DE GRANDRY.

L'ARTILLERIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

MATÉRIEL KRUPP

LES CANONS DE 21c ET DE 15c DE SIÉGE

(Extrait du Rapport adressé au Ministre de la guerre par les capitaines JOUART et HUTER à la suite de leur mission à Vienne.)

CANON DE 21c DE SIÉGE

(P. III, fig. 1, 2, 3, et Pl. IV, fig. 4, 5.)

Aux canons de gros calibre qui entreront désormais dans l'armement des places fortes, il faut que l'assiégeant puisse opposer des bouches à feu non moins puissantes et capables de lutter contre l'artillerie des remparts; la Prusse a adopté récemment dans ce but un canon de siége de 21c, fretté, en acier fondu. C'est une bouche à feu de ce modèle, sur affût et châssis en fer, qui est exposée dans le pavillon Krupp (1).

Bouche à feu. — Elle se compose d'un tube d'acier fondu renforcé par une couche de frettes d'acier, dont l'une porte les tourillons. La fermeture est à coin cylindro-prismatique, avec anneau Broadwell, lumière percée dans le coin et boîte de chargement; l'axe de la partie rayée de l'âme est un peu au-dessous de celui de la chambre. La pièce est en équilibre sur ses tourillons.

Dimensions principales et poids du canon:

Diamètre de l'âme.	dans les cloisons.....	209mm	,3
	dans les rayures.....	214	,5
Diamètre de la chambre.....		217	,0
Longueur totale de la bouche à feu.....		3400	,0
—	de l'âme (environ 14 calib.)	2910	,0
—	de la partie rayée de l'âme.	2371	,0
—	de la chambre (y compris le raccordement avec la partie rayée)....	539	,0

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome II, juillet 1873, page 316.

Rayures (cunéiformes)	Nombre		30
	Profondeur		$2^{mm},6$
	Largeur	à la culasse	18 ,2
		à la bouche	14 ,4
	Pas du flanc direct. (59 cal.)		$12^{m},36$
	Id. du contre-flanc		$12^{m},75$
Cloisons	Largeur	à la culasse	$3^{mm},7$
		à la bouche	7 ,5
Poids du canon (y compris le mécanisme de fermeture)			$3\,900^{k}$
Prépondérance de culasse			0

Munitions. — Le canon de 21c de siége tire le même projectile que le mortier rayé de 21c, un obus allongé (*Langgranate*), pesant 79 kil., y compris une charge explosive de $7^{k},500$. Cet obus est recouvert d'une chemise de plomb fixée par le procédé chimique ; sa hauteur est de 525^{mm}, environ 2 $^1/_2$ calibres.

La charge de tir est de $6^{k},5$ de poudre prismatique ; elle communique au projectile une vitesse initiale de 300 mètres.

Affût. — L'affût, monté sur son châssis, élève l'axe de la pièce à $1^{m},90$ au-dessus de la plate-forme ; pour les transports, on peut adapter au châssis des roues et un avant-train de siége.

L'affût proprement dit, tout à fait semblable aux affûts de côte, se compose de 2 flasques formés, chacun, de 2 plaques de tôle, et reliés entre eux par trois entretoises, deux verticales, la troisième horizontale (tôle de fond) ; aux extrémités des flasques sont 4 galets, les deux de derrière sont excentriques et munis d'une douille à levier. Dans le recul, c'est le dessous des flasques qui glisse sur les côtés du châssis ; pour remettre la pièce en batterie, on substitue au mouvement de glissement un mouvement de roulement, en soulevant la queue des flasques à l'aide de leviers engagés dans les douilles des galets postérieurs.

Le pointage en hauteur s'effectue à l'aide d'arcs dentés, reliés à la culasse au moyen de plaques à tourillon ; les

arcs, appuyés d'un côté sur un galet en bronze fixé contre la face intérieure des flasques, engrènent de l'autre avec une roue dentée; on communique le mouvement à cette roue au moyen de leviers en fer, que l'on engage dans les trous d'une pièce tronconique calée sur le même axe que la roue dentée, extérieurement aux flasques. Un écrou de frein assure l'invariabilité du pointage. Les limites des angles du tir sont de 6° au-dessous de l'horizon et de 27° au-dessus; cette dernière limite est imposée par la longueur de l'extrémité de la vis de fermeture, qui ne peut passer entre les flasques; dans les constructions nouvelles, on augmentera l'écartement des flasques, de manière à pouvoir tirer sous des angles plus grands.

Le châssis, composé de deux *côtés* en fer, à cornières avec entretoises, repose, par sa partie antérieure, sur une sellette en fonte, en arrière, sur des roulettes qui se meuvent sur une voie circulaire en fer. Sur la gorge de ces roulettes sont pratiqués des trous dans lesquels on engage des leviers en fer, pour donner à la pièce le pointage en direction. Entre les côtés du châssis se trouve le frein hydraulique, dont la tige est reliée à la partie antérieure de la tôle de fond de l'affût; à chaque extrémité du châssis sont fixés deux tampons, destinés à limiter les mouvements de l'affût en amortissant les chocs. A droite et à gauche, on peut installer un système de palans pour mettre la pièce hors de batterie. Sur le côté droit est placée une grue monte-projectiles, semblable à celle des affûts de côte; le cordage s'enroule sur un treuil à manivelle et à déclic, mais sans engrenages.

La *lunette*, que porte l'entretoise de devant du châssis, ne repose pas directement sur la sellette en fonte qui reçoit la cheville-ouvrière; une *plaque de lunette* en laiton est interposée entre la tôle et la fonte.

La sellette et la voie circulaire sont solidement fixées sur une plate-forme en bois (pl. III, fig. 3); celle-ci se compose de fortes lambourdes de chêne disposées en éven-

tail et assemblées avec des traverses sur lesquelles elles sont boulonnées. La plate-forme n'est pas confectionnée sur place ; elle doit être apportée dans la batterie, entièrement montée et assemblée.

Pour qu'une masse aussi énorme que celle d'une pièce de 21e puisse être utilisée dans un parc de siége, il est indispensable qu'elle ait une certaine mobilité ; il faut qu'on puisse, soit pour la conduire à son emplacement de tir, soit pour la faire changer de batterie, adapter des roues à l'affût sur lequel elle est montée, et le transformer assez rapidement en voiture roulante.

Le châssis présente à cet effet la disposition suivante :

Vers le devant, sont fixés, sur les côtés, deux supports d'essieu, sortes de cadres en fer dans lesquels on engage un essieu en acier fondu ; entre les montants du support se trouve un écrou dans lequel tourne une vis terminée à sa partie inférieure par une roue dentée, engrenant avec une vis sans fin sur laquelle on agit avec une manivelle. L'écrou est boulonné sur le châssis ; le cadre, formant coulisse, peut se déplacer par rapport à l'écrou, quand on fait tourner la vis, qui agit par son extrémité sur un plateau faisant corps avec le cadre et supportant l'essieu. Pour adapter des roues au châssis, on commence par faire reculer l'affût de manière à dégager les supports d'essieu, on met en place l'essieu, sur les fusées duquel on monte une paire de roues de grand diamètre et d'une construction spéciale. On retire la cheville-ouvrière et l'on soulève l'avant du châssis en manœuvrant les manivelles des supports d'essieu. A l'aide de crics, on soulève la queue du châssis, l'on y adapte une fausse flèche en fer que l'on fixe à l'entretoise de derrière au moyen d'une cheville, et l'on engage dans la lunette qui termine cette flèche la cheville-ouvrière d'un avant-train ordinaire de siége. La grue monte-projectiles est rabattue sur le côté du châssis, les roulettes sont enlevées et transportées séparément ; enfin on accroche un sabot d'enrayage à l'arrière-train de la voiture.

Pour mettre la pièce en batterie, on l'amène au-dessus de la plate-forme, on place les roulettes du châssis, on fait descendre le devant du châssis, jusqu'à ce qu'il repose sur la sellette en fonte, et l'on engage la cheville-ouvrière dans son logement. A l'aide de crics, on soutient la queue du châssis, on enlève l'avant-train, et on laisse descendre la partie postérieure du système jusqu'à ce que les roulettes portent sur la voie circulaire. Enfin, on retire les roues et l'essieu, on relève la grue, et l'on remet l'affût en batterie.

Roues. — Les roues sont entièrement métalliques : chacune d'elles se compose de quatre jantes en bronze, reliées par un cercle extérieur en fer sur lequel elles sont boulonnées, et assemblées entre elles par les cloisons qui les ferment, au moyen de deux boulons (pl. IV, fig 5). Cette forme d'*auge* donnée aux jantes ne paraît pas très-satisfaisante; car il est à craindre que, dans les transports, la boue, les pierres ne viennent s'y loger et ne soient bientôt un sérieux embarras pour la traction. Le moyeu est également en bronze, d'une seule pièce; il est fermé par une cloche qui recouvre la fusée et se termine par un logement de forme hexagonale paraissant destiné à recevoir un écrou semblable à celui des voitures de luxe (1).

Les rais, en fer, de 30^{mm} environ de diamètre, sont au nombre de 16, formant deux systèmes, de 8 rais chacun, vissés alternativement sur le cordon antérieur et sur le cordon postérieur du moyeu; à l'extrémité opposée, les rais pénètrent dans des logements pratiqués de même alternativement contre la paroi externe et la paroi interne de la jante, et où ils sont maintenus par des contre-écrous goupillés qui servent à donner aux rais une assez forte tension initiale.

Le diamètre de la roue est de $2^{m},046$ et la largeur des

(1) La cloche étant fixée par des vis, on n'a pu vérifier le mode de liaison du moyeu à l'essieu.

jantes de 180mm. Ces roues et l'essieu ont supporté des charges d'épreuve de 10000 kil., sans éprouver la moindre déformation.

Les roues de l'avant-train sont analogues à celles de l'arrière-train, mais plus petites (1m,55 de diamètre); l'essieu de devant supporte une charge 4 fois moins forte que l'essieu de derrière. On peut aussi adapter à l'avant-train des roues ordinaires de campagne.

L'affût proprement dit pèse.	922k
Le châssis.	1728
Poids total de l'affût et du châssis. . .	2650k

Avec la pièce, l'avant-train et les accessoires, le poids de tout le système s'élève à 8160 kil. La plate-forme pèse 2080 kil.

Dans les expériences qui ont eu lieu à l'usine Krupp, la mobilité de la voiture a été reconnue suffisante; deux forts chevaux, sur un sol ferme et uni, ont pu, dit-on, la mettre en mouvement.

La résistance de l'affût a été éprouvée par un tir de 26 coups, à des charges variant entre 5 et 7 kil. de poudre prismatique; la bouche à feu a tiré en outre 9 autres coups à des charges variant entre 6 et 9 kil.

CANON DE SIÉGE DE 15c, SUR AFFUT A ROUES.

Le canon de siége de 15c est renforcé par un frettage qui s'étend de la tranche antérieure du coin jusqu'en avant des tourillons; la fermeture de culasse est à coin cylindro-prismatique avec anneau Broadwell.

Les principales données de la bouche à feu sont les suivantes :

Calibre.	149mm,1
Longueur totale.	3440 ,0
Longueur d'âme	3040 ,0
Poids (avec fermeture de culasse). . . .	3000k
Prépondérance (à 1 mètre de l'axe des tourillons)	25k

Rayures (cunéiformes).	Nombre	36
	Profondeur	$1^{mm},6$
	Largeur à la culasse	10 ,0
	Largeur à la bouche	7 ,5
	Pas (du flanc directeur)	$9^{m},70$
Cloisons	Largeur à la culasse	$3^{mm},0$
	— à la bouche	5 ,5
Munitions	Poids de l'obus	28^{k}
	Charge de tir (poudre prismatique)	6^{k}
	Vitesse initiale	470^{m}

Le canon est monté sur un affût en fer dont la disposition générale rappelle celle des affûts de siége prussiens en bois, avec hausse de flasques en fer (pl. II, fig. 6, 8). L'affût se compose essentiellement de deux flasques longs en tôle, très-surélevés vers leur tête, de manière que l'axe des tourillons soit à $1^{m},83$ au-dessus du sol : la partie surélevée est évidée pour alléger l'affût, et les flasques sont bordés, sur tout leur pourtour, d'une forte cornière rivée et placée du côté interne; ils sont réunis entre eux par trois entretoises en tôle, un coffre, une entretoise de crosse et un boulon de crosse. Vers l'encastrement des tourillons, le boulon sur lequel est articulé le système de pointage sert aussi à l'entretoisement des flasques. La première entretoise réunit la tête des flasques qu'elle contourne vers leur partie inférieure; la deuxième est placée à peu près normalement à la direction générale du flasque vers l'angle formé par celui-ci et la partie surélevée; la troisième, entre le coffre et la vis de pointage, est plutôt un plancher sur lequel, pour l'exécution de la pièce, les servants montent au moyen d'un marchepied adapté au flasque.

L'entretoise de crosse enveloppe le bout de crosse et forme en même temps plaque de frottement. Le coffre comprend deux côtés et un fond très-solide; contre le devant, est appliqué un coussinet en bois destiné à donner

appui à la culasse quand la pièce est à la position de route, pour laquelle des encastrements de tourillons sont disposés à l'origine de la partie basse des flasques.

L'essieu est en acier et cylindrique, du diamètre de 12 centimètres environ; il est réuni aux flasques par des étriers qui laissent un jeu considérable entre eux et la ferrure fixée aux flasques ; on s'explique peu cette disposition qui ne paraît pas favorable à la résistance du système.

Les roues sont à moyeu métallique, du modèle ordinaire prussien ; dans les marches, on peut les enrayer au moyen d'un frein à patins dont la traverse est formée par un fer en U et se meut dans des étriers placés sous les flasques ; le serrage s'obtient par un écrou à oreilles qui s'appuie contre l'entretoise de tête; celui-ci commande une vis engagée d'autre part dans l'écrou qui termine une tringle en V reliée à la traverse (fig. 7). Ce système est simple, commode, et paraît bien préférable au sabot d'enrayage.

La tête des flasques est garnie d'une forte sous-bande boulonnée et traversée par deux chevilles à tête plate percée, sur lesquelles la sus-bande se fixe au moyen de clavettes.

L'appareil de pointage se compose d'une vis double portée par un écrou à tourillons et articulée avec le système à charnière sur lequel repose la culasse ; les tourillons se mettent à volonté dans des coussinets munis de sus-bandes à charnière et placés au-dessus des flasques, ou dans des brides plus basses fixées contre la paroi interne de ceux-ci.

Cette disposition permet d'obtenir un champ de tir de 33° au-dessus de l'horizon et de 5° au-dessous.

La particularité la plus remarquable de cet affût consiste en un frein hydraulique qui doit, dans le tir, limiter le recul à $0^m,75$ ou 1 mètre. Le corps de pompe est, vers son extrémité postérieure, muni de tourillons qui se placent horizontalement sur de forts crochets rivés sous le fond du coffre de flèche, vers le tiers postérieur de la lon-

gueur de l'affût. La tête de la tige du piston est au contraire articulée à charnière avec une cheville-ouvrière. Lorsque l'affût est en batterie, cette cheville se loge dans une lunette portée par une grande ancre en bois, enterrée en partie dans l'épaulement et formée d'un T avec deux arcs-boutants ferrés et boulonnés (fig. 9). L'expérience seule peut prononcer sur la valeur de ce procédé d'ancrage et faire voir si l'épaulement ne sera pas bientôt désorganisé par les ébranlements violents qui se produiront à chaque coup.

Le poids de l'affût est de 1 845 kil.

L'épaisseur de la tôle des flasques est de 14^{mm}.

La hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol est de $1^{m},830$.

A. JOUART, P. HUTER, } *capitaines d'artillerie.*

DES EFFETS DU TIR DES BATTERIES ALLEMANDES

SUR LES OUVRAGES DÉFENSIFS DE PARIS, PENDANT LE SIÉGE DE 1870-71

(Extrait d'une Note de M. le capitaine du génie PETIT insérée au n° 21 du *Mémorial de l'Officier du génie.*)

Le tome XXI du *Mémorial de l'Officier du Génie*, qui vient de paraître, contient une étude très-intéressante de M. le capitaine du génie Petit, sur les effets du tir des batteries allemandes contre les ouvrages défensifs de Paris en 1870-1871. Ce travail abonde en renseignements utiles ; les résultats d'observation s'y trouvent en grand nombre, et l'on peut en déduire avantageusement des conséquences pratiques relativement à l'emploi de l'artillerie et à l'efficacité de son action dans la guerre de siége.

Le service du Génie a bien voulu autoriser la *Revue d'Artillerie* à faire pour ses lecteurs des extraits de cette Note, ainsi qu'à reproduire les nombreuses figures qui en complètent le texte et qui ajoutent encore à l'intérêt que présente ce travail. (*Note de la Rédaction*).

Le tir des batteries allemandes contre les forts de l'est, du sud, du nord et les fronts sud de l'enceinte de Paris, pendant le siége que cette place a eu à soutenir en 1870-1871, a donné lieu, de la part des officiers du Génie de service dans ces ouvrages, à des observations multipliées sur les effets produits par les projectiles de divers calibres qui ont frappé les parapets, les escarpes, les maçonneries et les abris de différente nature. D'après l'ordre donné par le général commandant en chef le Génie de la défense de Paris, ces observations ont été consignées dans des rapports où l'on trouve des renseignements qu'il y a intérêt à faire connaître au point de vue des nécessités nouvelles que créent à la défense les puissants moyens d'attaque de l'artillerie rayée de siége. Ce sont ces renseignements que l'on a groupés dans la présente Note.

Les effets du tir ont été observés au moment où ils se sont produits, et le plus souvent par les officiers du Génie qui avaient concouru à l'organisation des travaux de dé-

fense. Si les divers renseignements que l'on a pu ainsi recueillir, ne sont pas aussi complets que ceux qui peuvent provenir d'expériences faites sur un polygone, ils ont par contre l'avantage de présenter le caractère d'expériences empruntées à la pratique réelle de la guerre, et d'être fournis par un siége dans lequel l'attaque a déployé, en matériel d'artillerie, des ressources d'une importance dont il n'y a pas eu d'exemple jusqu'à ce jour [1].

Divisions du travail. — Les renseignements que l'on possède sur les effets du tir des batteries allemandes, peuvent être classés comme il suit :

I. Angles de chute des projectiles ;
II. Pénétration dans les terres ;
III. Effets sur les maçonneries : murs isolés, escarpes pleines, revêtements en décharge, voûtes de traverses et des anciens magasins à poudre ;
IV. Effets sur les abris en charpente ou en rails et les blindages en bois ;
V. Effets sur les pare-éclats et les ponts-levis ;
VI. Tir en brèche à grande distance ;
VII. Enfin, les rapports font connaître les mesures adoptées et les moyens employés pour réparer chaque nuit les dégâts causés par le bombardement de la journée.

On va exposer dans l'ordre qui vient d'être indiqué les résultats du tir de l'artillerie allemande, tels qu'ils sont constatés dans les rapports des commandants du Génie.

I. — ANGLE DE CHUTE DES PROJECTILES.

Les Allemands ont employé le tir de plein fouet contre les embrasures, les parapets et les escarpes ; le tir plon-

[1] Il importe de remarquer que le programme que s'est posé M. le capitaine Petit est tout à fait différent de celui qu'a eu à traiter la Commission mixte d'officiers d'artillerie et du génie, chargée, par décision ministérielle du 8 juin 1871, d'étudier les *effets du tir de l'artillerie contre l'enceinte et les forts de Paris, pendant le second siége.* — La présente Note s'applique uniquement aux *effets du tir des batteries allemandes, pendant le siége de 1870-1871.*

Le rapport de la Commission mixte a été imprimé, en août 1872, à l'Imprimerie nationale ; des exemplaires en ont été adressés à toutes les écoles d'artillerie et aux principaux établissements de l'arme. (N. d. l. R.)

geant pour enfiler les faces d'ouvrages et démonter les pièces derrière les traverses; le tir en bombe avec des mortiers rayés de 21 centimètres, pour détruire les abris et les magasins ([1]). L'angle de chute des projectiles dépendait évidemment de la nature du tir; il variait aussi avec l'éloignement des pièces et leur commandement par rapport aux points à battre. Il pouvait être facilement mesuré chaque fois que le projectile écrêtait une arête de parapet ou de maçonnerie, et allait tomber à quelque distance de cette arête; la tangente trigonométrique de cet angle était alors donnée par le rapport de la perpendiculaire abaissée du point écrêté, sur le plan horizontal passant par le point de chute, à la distance du point de chute au pied de cette perpendiculaire.

Le tableau suivant résume les angles de chute observés dans plusieurs forts.

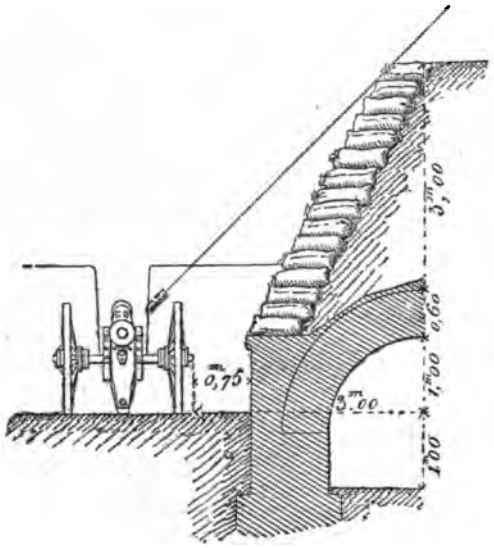
FORTS et SECTEURS.	ANGLES de chute		CALIBRE.	DISTANCE des pièces		COMMANDEMENT		(a) Les différents angles indiqués se rapportent au tir plongeant, soit à grande distance, soit avec une charge plus faible que la charge normale. Toutefois, l'inclinaison du 1/6 signalée au fort de Montrouge, semble se rapporter au tir de plein fouet; les dégradations au pied même de l'escarpe du bastion 3 paraissent avoir été produites par des projectiles qui, rasant la crête du chemin couvert, tombaient sous un angle au moins égal à 16 degrés $\left(\frac{1}{3,5}\right)$.
	donnés par leurs tangentes.	en degrés.		Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	
				mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	
Aubervilliers..	$^1/_3$ à $^1/_1$	26 à 45	»	2775	5400	— 10	+ 2	
Rosny.....	$^1/_1$	45	15c	4125	5250	— 12	— 8	
Noisy.....	$^2/_3$	34	15	4950	4950	— 24	— 24	
Nogent.....	$^3/_5$	20	15	»	3750	— 8	— 4	
Saint-Maur....	$^1/_{1,2}$	40	15	»	3900	»	+ 42	
Haut.-Bruyères	$^1/_6$	10	9	»	2100	»	— 30	
Bicêtre.....	$^1/_2$	26	9	»	3500	»	— 30	
Montrouge (a)..	$^1/_6$	10	15 12 9	1950	2170	+ 12	+ 20	
Id.	»	50	21	»	2000	»	+ 16	
Vanves.....	$^2/_3$	18	15	1800	2400	+ 28	+ 68	
7me secteur....	$^1/_2$ à $^1/_{2,75}$	26 à 22	15	3000	4800	+ 32	+ 124	

([1]) Calibres des pièces allemandes. — Les pièces de siége employées par les Allemands, dans les attaques de Paris, sont :

1° Le canon rayé de 9c en acier fondu (canon de 6);
2° Le canon rayé de 12c en bronze (canon de 12);
3° Le canon court rayé de 15c en bronze (canon de 24);
4° Le canon long rayé de 15c en acier fondu (canon de 24);
5° Le mortier rayé de 21c en bronze;
6° Le mortier lisse de 28c en bronze et en fonte (mortier de 50 livres Stein).

Différents cas particuliers méritent d'être signalés. Dans le fort de Rosny, une pièce, placée au pied d'une traverse de 6 mètres de hauteur, a été démontée par un projectile qui avait rasé la crête de la traverse.

Fig. 1.



Dans les forts de Montrouge, de Vanves et d'Issy, ainsi que dans les 7e et 8e secteurs de l'enceinte, des obus ont frappé l'escarpe depuis son sommet jusqu'à son pied, résultat qui doit être attribué, non-seulement à la grande ouverture de l'angle de chute, mais aussi au grand commandement des batteries de siége sur les ouvrages bombardés. Enfin, au fort d'Issy, un projectile, passant pardessus la traverse élevée qui couvrait la porte d'entrée, est venu éclater sous la voûte de la porte.

II. — PÉNÉTRATION DES PROJECTILES DANS LES TERRES.

Le tableau suivant fait connaître les pénétrations observées dans différents ouvrages.

FORTS et SECTEURS.	PÉNÉTRATIONS. Terres rassises ou anciens remblais	PÉNÉTRATIONS. Remblais récents.	CALIBRE.	DISTANCES. Minimum.	DISTANCES. Maximum.	*Observations.*
	mètres.	mètres.	c.	m.	m.	
Briche	1 à 1,50	2,50 à 3	15	1800	4050	Terres fortes.
Double-Couronne	1 à 1,50	2,50 à 3	15	1275	4725	Id.
Est	»	3,00	15	3450	3725	Id.
Aubervilliers	1 à 2	1 à 2	15	2775	5400	Terres argileuses.
Rosny	»	2,50 à 3	15	4125	5250	Id.
Noisy	»	2,00	15	»	4950	Id.
Saint-Maur	1 à 1,50	»	15	»	3900	»
Hautes-Bruyères	0,90	1,20	9	»	2100	Terres sablonneuses.
Bicêtre	0,80 à 1	»	9	»	3500	Id.
Montrouge	»	0,80 à 1	21	»	2000	Terres peu consistantes.
	»	2,10	15	1950	2170	Id.
	»	2,00	12	»	2100	Id.
	»	1,30	9	»	3500	Id.
Vanves	»	3,00	15	1800	2400	Terres consistantes.
6e secteur	»	2,60	15	3000	4500	Terres fortes.
		1,80	15	»	»	Terres sablonneuses.
7e secteur	1 à 1,50	»	15	3000	4800	Id.

La pénétration des obus de 15 centimètres dans les terres rassises ou les remblais anciens n'a pas dépassé $1^m,50$; celle des obus de 9 centimètres, environ $0^m,90$. Dans les terres durcies par la gelée ou sur le sol des cours, les obus ne pénétraient point à une aussi grande profondeur et éclataient souvent en touchant le sol.

La pénétration des obus de 15 centimètres semble avoir été de 3 mètres au maximum dans les terres fortes qui constituaient les remblais récents dans les forts du Nord et de Rosny; elle n'a atteint que $2^m,10$ dans les terres peu consistantes, et $1^m,80$ dans les terres sablonneuses. Il est à remarquer que les obus de 21 centimètres, tirés en bombes avec des mortiers rayés, ne pénétraient dans les remblais que de $0^m,80$ à 1 mètre, mais bouleversaient profondément les terres en éclatant. Quelques entonnoirs, produits par ces obus dans les parapets du fort de Vanves, présentaient un évidement de 3 à 4 mètres cubes, de telle sorte qu'en certains points le parapet se trouvait détruit

sur une hauteur d'au moins $0^m,60$. Nous ajouterons que le plus souvent les projectiles, en éclatant dans les terres, ne projetaient pas d'éclats à l'extérieur, sans doute parce qu'ils éclataient avant d'avoir perdu toute leur vitesse.

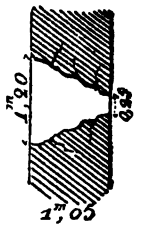
La pénétration des projectiles dans les revêtements en sacs à terre paraît être moindre que dans les terres de remblai et ne produit pas un entonnoir aussi large.

III. — EFFETS DES PROJECTILES CONTRE LES MAÇONNERIES.

1° MURS ISOLÉS.

Les murs en moellons ou en meulière de $0^m,80$ à 1 mètre d'épaisseur ont été traversés par des projectiles de 15 centimètres tirés à des distances variant de 1 300 à 5 000 mètres.

Fig. 2.



Au *fort de Rosny*, un projectile de 15 centimètres, tiré à la distance de 4 500 mètres, a percé un mur de $1^m,05$ d'épaisseur, en bonne maçonnerie de meulière, et a produit, en éclatant au milieu du mur, le trou représenté par la fig. 2. Les projectiles de même calibre traversaient les murs de $0^m,70$ d'épaisseur, éclataient généralement de l'autre côté du mur, et leurs éclats conservaient souvent assez de force pour percer des cloisons, des planchers et même des murs de $0^m,35$ d'épaisseur. Des obus de 9 centimètres ont percé des murs de $0^m,50$ à $0^m,60$ d'épaisseur. Ce sont des projectiles de ce calibre qui, lancés par les batteries allemandes de l'Hay à la distance de 3300 mè-

tres, ont troué le mur de pignon d'un magasin à poudre du *fort de Montrouge* et le mur entourant la pompe, tous deux de $0^m,60$ d'épaisseur. On doit faire observer cependant qu'un grand nombre de projectiles, arrivant sous une grande inclinaison, ne produisaient dans les murs que des trous de $0^m,30$ à $0^m,40$ de profondeur; beaucoup même éclataient en rencontrant la maçonnerie et n'y causaient que de légères épaufrures.

2° MURS DE SOUTÈNEMENT PLEINS.

Le tableau suivant résume les pénétrations minimum et maximum, observées dans les pieds-droits des voûtes des escarpes des forts ou dans les murs de soutènement pleins qui constituent l'escarpe de l'enceinte et certaines parties de l'escarpe des forts.

FORTS et SECTEURS.	PÉNÉTRATIONS. Minimum.	PÉNÉTRATIONS. Maximum.	CALIBRES.	DISTANCES. Maximum.	DISTANCES. Minimum.	OBSERVATIONS.
	mèt.	mèt.	c.	mèt.	mèt.	
Briche	0,50	0,75	15	1800	4050	
Double-Couronne	0,50	0,75	15	1275	4725	
Est	»	0,50	15	3450	3725	
Aubervilliers	»	0,50	15	2775	5400	
Rosny	»	0,50	15	4125	5250	
Noisy	0,30	0,35	15	»	4950	
Saint-Maur	»	0,35	15	»	3900	
Bicêtre	»	0,30	9	»	3500	
Montrouge	»	0,50	15	1950	2170	
Vanves	»	0,70	15	1800	2400	
6e secteur[1]	»	1,20 [2]	15	3000	4500	
7e secteur	»	1,20 [2]	15	»	»	
		0,30	éclat.	3000	4800	

[1] On a signalé aussi au 6e secteur, sur la face gauche du bastion 65, une pénétration exceptionnelle de $1^m,40$; ce trou, fait par un projectile de 15c lancé par la batterie de Breteuil distante de 3000 mètres, était parfaitement cylindrique, mesurait $0^m,30$ de diamètre et présentait l'aspect d'un pétard ayant débourré.

[2] Le projectile n'a probablement pas éclaté.

On peut admettre que la pénétration des projectiles dans les murs de soutènement pleins a varié entre $0^m,50$

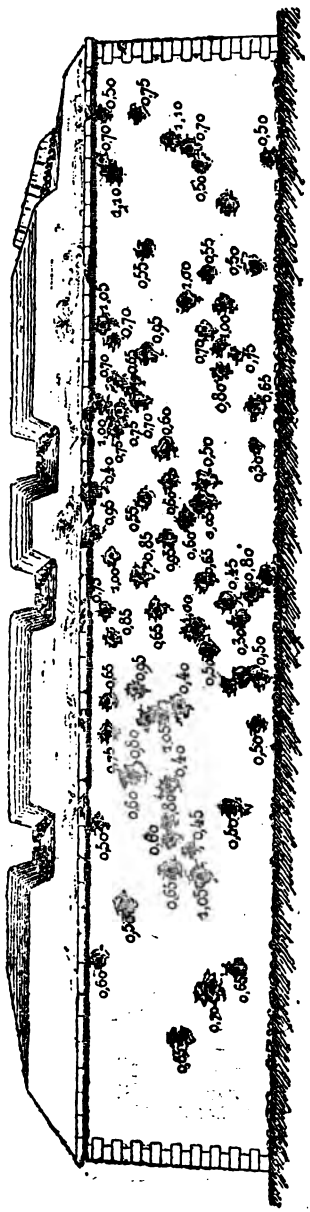


Fig. 3.
6e Secteur. — *Face droite du bastion 66.*
Échelle de 0m,0025 par mètre $\left(\frac{1}{400}\right)$.

et 0m,80 pour les forts du nord, du sud et les fronts sud de l'enceinte, la distance des batteries variant entre 4000 et 1800 mètres. La partie du mur détruite mesurait, à la surface du parement, environ 1m de diamètre. Nous ferons remarquer que beaucoup de trous de projectiles étaient parfaitement cylindriques, sans qu'il y eût, à l'extérieur, apparence de l'explosion de l'obus, mais que le plus grand nombre des entonnoirs présentaient la forme d'un tronc de cône au fond duquel on apercevait une cavité cylindrique de 0m,20 de profondeur où restaient encore les principaux éclats du projectile.

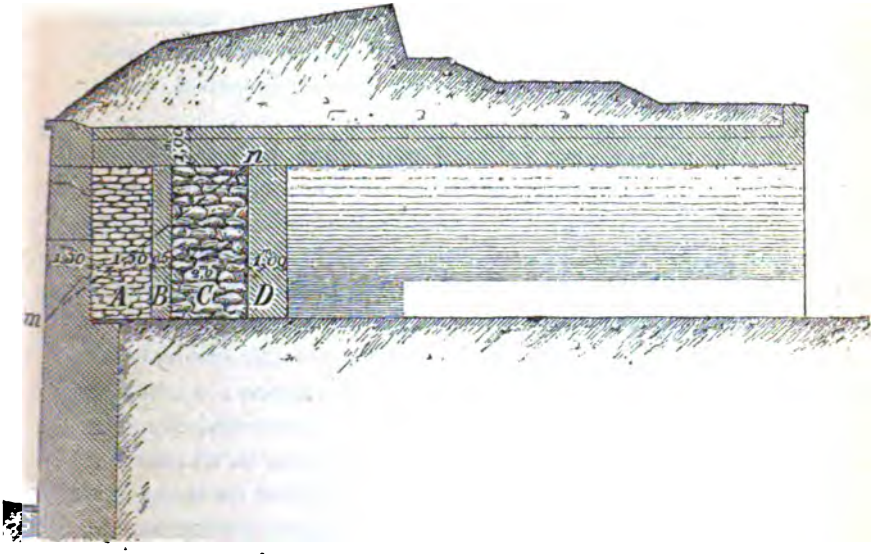
Les différences très-grandes entre les pénétrations des divers projectiles dépendent de la distance variable des batteries et surtout de l'angle sous lequel ces projectiles frappaient le parement du mur. On

conçoit qu'il n'ait pas été possible de faire connaître exactement ces deux éléments, dont il serait cependant essentiel d'étudier l'influence. La face droite du *bastion* 66 *de l'enceinte* s'est trouvée seule placée dans les meilleures conditions pour l'étude de la pénétration des projectiles dans un mur de soutènement plein. Son mur d'escarpe était exposé normalement aux coups d'une seule batterie, celle du pavillon de Breteuil dans le parc de Saint-Cloud, armée de six canons de 24 long, distante de 2 900 mètres, et ayant un commandement d'environ 25 mètres. La fig. 3 reproduit les dégradations de cette face du bastion 66 avec les indications des profondeurs des entonnoirs.

3° MURS DE MASQUE DES CASEMATES DES ESCARPES AVEC VOUTES EN DÉCHARGE.

Le mur d'escarpe, dans les parties où il forme le mur

Fig. 4.
FORT D'ISSY. — *Coupe longitudinale de la casemate* 8 *de la courtine* 2-3 (magasin à poudre).



Épaisseur du mur d'escarpe.....	1m,30
A Mur en pierres sèches.....	1 ,50
B Mur en ciment.....	0 ,50
C Mur en sacs à terre.....	2 ,00
D Mur en pierre et en plâtre.....	1 ,00
Total.....	6 ,30

de fond des casemates ménagées sous le rempart, a une épaisseur moyenne de $1^m,25$; il est percé, vis-à-vis de chaque casemate, d'un évent pour l'aération et de trois créneaux verticaux pour la fusillade. Avant l'investissement, les évents avaient été maçonnés et les murs de masque avaient été renforcés dans les casemates où l'on devait emmagasiner les poudres et les munitions confectionnées. On avait construit à cet effet, dans l'intérieur de ces casemates, à une distance de $1^m,50$ du mur de masque, une cloison en maçonnerie hydraulique de $0^m,50$ d'épaisseur, et rempli de pierres sèches et de sable l'intervalle compris entre le mur et la cloison. L'épaisseur totale du mur de fond de la casemate, composé de trois parties distinctes, s'élevait à 3 mètres. Aucun projectile n'a traversé ces murs ainsi renforcés, mais les coups multipliés des batteries allemandes finirent, notamment dans les forts du sud, par déterminer un ébranlement qui nécessita un nouveau renforcement avec des sacs à terre, renforcement dont l'épaisseur atteignit jusqu'à 3 mètres au *fort d'Issy* (voir la fig. 4).

Cette épaisseur avait été déterminée par cette considération que, si le mur de masque et une partie du contre-mur venaient à s'ébouler dans le fossé à la suite du tir des batteries de siége et s'il se produisait à partir du point *m* un talus à 45 degrés, il restât encore 1 mètre d'épaisseur au point *n*, lequel, protégé par la voûte de la casemate, ne pouvait être d'ailleurs atteint que par des éclats de projectile. Malgré toutes ces précautions, on craignit qu'un projectile, pénétrant dans les casemates, n'y déterminât une explosion, et l'on commença, le 15 janvier, à évacuer hors du fort d'Issy les munitions de la casemate 15, qui était la plus menacée par le tir de l'ennemi.

Les munitions du *fort de Vanves*, logées d'abord dans des casemates, furent transportées, vers la même époque, dans des galeries de mines creusées sous les courtines 1-2 et 3-4.

Dans tous les autres forts, le blindage intérieur du mur de masque des casemates-magasins à poudre, préparé avant l'investissement et augmenté pendant le bombardement, fut suffisant pour mettre les munitions à l'abri d'une explosion, l'ennemi n'ayant point concentré son tir sur ces magasins comme il le fit sur ceux des forts d'Issy et de Vanves. Toutes les casemates servant au logement des troupes et des approvisionnements et qui pouvaient être exposées aux coups de l'ennemi avaient été renforcées, dès le début du bombardement, d'un contre-mur en sacs à terre de 2 à 3 mètres d'épaisseur, solidement maintenu par des madriers appliqués contre sa paroi et soutenu par des arcs-boutants qui s'appuyaient sur le sol des casemates.

Au *fort de la Briche* plusieurs obus ont percé les murs de masque et déplacé légèrement le contre-mur en sacs à terre sans produire aucun accident à l'intérieur de la casemate. Un obus cependant a frappé l'évent de la casemate 11, lequel avait été récemment bouché avec de la maçonnerie, et a pénétré dans l'intérieur de la casemate, où il a blessé quatre hommes ; mais il est à remarquer que le blindage en sacs à terre n'était pas complétement achevé.

Au *fort de l'Est* plusieurs obus ont également percé le mur de masque, mais sans traverser le contre-mur en sacs à terre.

Les casemates de la courtine 1-2 du *fort de Rosny* ont eu plusieurs fois leur mur de fond traversé par des projectiles. L'un de ces projectiles a éclaté à l'intérieur de la casemate 23 ; mais il faut observer que ces obus ont pénétré dans les casemates en frappant la maçonnerie fraîche qui bouchait les évents et était mal liée avec l'ancienne, et que ces accidents ne se sont pas renouvelés dès que les murs de masque eurent été renforcés par des contre-murs en sacs à terre de 3 mètres d'épaisseur.

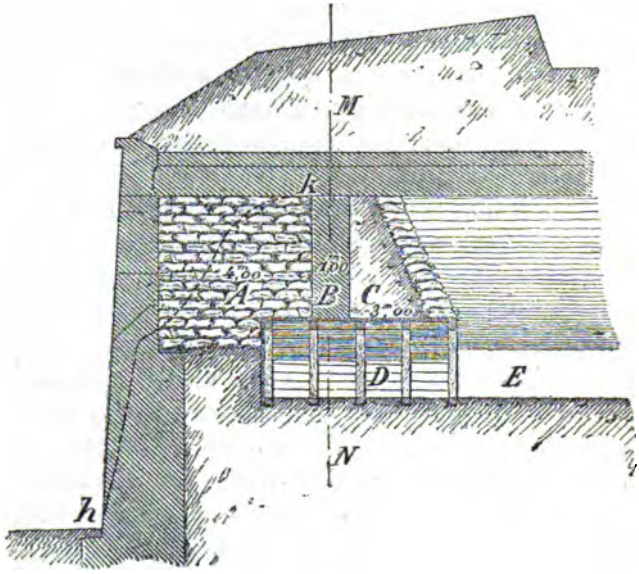
Des faits analogues se sont produits au *fort de Montrouge;* les obus de 15 centimètres qui ont percé les murs

de masque avaient atteint les évents des casemates et leurs éclats ont été arrêtés par le blindage intérieur en sacs à terre.

Au *fort de Vanves*, les murs de fond de quelques casemates furent traversés par des projectiles de 15 centimètres, dès le commencement du bombardement, malgré les 2 mètres de sacs à terre dont ils avaient été renforcés, parce que les sacs avaient été remplis de terre gelée et que l'affaissement produit par le dégel avait laissé, entre l'intrados de la voûte et la partie supérieure du contre-mur, un vide par lequel pouvaient passer les obus. Le blindage des murs de masque fut bien vite amélioré, porté

Fig. 5.

FORT D'ISSY. — *Coupe longitudinale de la casemate 15 de la courtine 2-3* (casemate de la brèche).



Échelle de $\frac{1}{200}$.

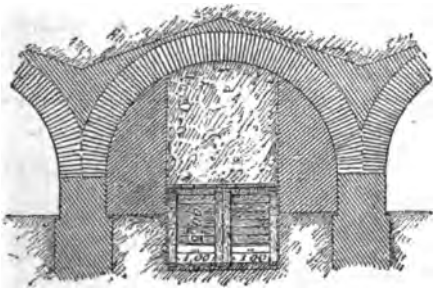
hk Ligne indiquant la partie détruite.
A Mur en sacs à terre (4 mètres).
B Piliers latéraux en maçonnerie (1 mètre).
C Mur en terre (3 mètres).
D Galerie de mine.
E Excavation du sol de la casemate ayant fourni des terres pour le remplissage des sacs.

à l'épaisseur de 3 à 4 mètres, et il ne se produisit plus aucun accident.

Le tir des batteries allemandes, concentré pendant plusieurs jours sur les casemates 15, 16, 17, 18 et 19 de la courtine 2-3 du *fort d'Issy*, finit par démolir les murs de masque de ces casemates et la partie supérieure des contre-murs en sacs à terre; mais ces contre-murs, renforcés à l'intérieur des casemates au fur et à mesure qu'ils étaient dégradés à l'extérieur, conservèrent toujours une épaisseur suffisante (3, 4, 5 mètres) pour arrêter les projectiles (voir fig. 5 et 6).

Fig. 6.

FORT D'ISSY. — *Coupe transversale* (suivant MN, fig. 5) *de la casemate* 16 *de la courtine* 2-3.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

De toutes les observations précédentes, il résulte qu'un projectile de 15 centimètres, tiré à la distance moyenne de 2 000 à 3000 mètres et même à des distances supérieures (5 000 mètres pour le fort de Rosny), peut traverser un mur de casemate de $1^m,25$ à $1^m,50$ d'épaisseur, mais qu'il ne peut ensuite percer ni renverser en éclatant un contre-mur en sacs à terre de 3 mètres d'épaisseur solidement étançonné. Nous devons faire observer que la plupart des projectiles ne pénétraient dans les murs des casemates que de $0^m,60$ à $0^m,80$ et que l'explosion achevait de trouer le mur de masque, les éclats de l'obus se perdant dans le

contre-mur en sacs à terre. Quant aux projectiles qui ont traversé d'un seul coup le mur de masque, ils avaient presque tous atteint les évents ou des parties voisines des créneaux, où la maçonnerie était par conséquent moins résistante.

Le *fort de Noisy* n'a été soumis qu'au feu de deux batteries, l'une de pièces de 12c, l'autre de pièces de 15c, établies sur le plateau du Raincy, distantes toutes deux de 4 950 mètres et ayant leur plate-forme à environ 24 mètres au-dessous des crêtes du fort (1).

Nous croyons utile de reproduire le relevé des coups qui ont frappé l'escarpe du front 2-3.

NUMÉROS d'ordre.	DATE des relevés.	POSITION DES COUPS. Numéro de la casemate.	Hauteur au-dessus du fond du fossé.	DIMENSIONS de l'entonnoir. Largeur horizontale.	Hauteur verticale.	Profondeur.	*Observations.*
			mét.	m.	m.	m.	
1	1er janv..	30	2	1,00	1,00	0,40	
2	id.	30	2	0,50	0,30	0,55	
3	id.	29-28	3	1,00	0,40	0,35	Dans le plein du pied-droit.
4	id.	23	5	0,50	0,50	0,35	
5	id.	17-18	6	0,50	0,50	0,35	Dans le plein du pied-droit.
6	7 janvier.	18	6	1,00	1,00	0,70	Entre les deux créneaux au-dessous de l'évent.
7	12 janvier.	30	8	0,80	0,80	0,40	
8	id.	28	8	1,20	1,20	0,80	A hauteur de l'évent (maçonnerie de remplissage).
9	id.	21	8	1,00	1,00	0,40	
10	id.	16-17	2	0,40	0,40	0,30	
11	23 janvier.	face gauche du bastion 3.	6	1,00	1,00	0,40	
12	id.		7	1,00	1,00	0,40	

4° VOÛTES RECOUVERTES DE TERRE.

Les différentes voûtes recouvertes de terre sur lesquelles on a pu observer les effets des projectiles allemands, sont :

Les voûtes des traverses construites sur les terre-pleins pour le logement des munitions ou des hommes ;

(1) L'angle de la ligne de tir avec la perpendiculaire à la courtine 2-3 était d'environ 28 degrés.

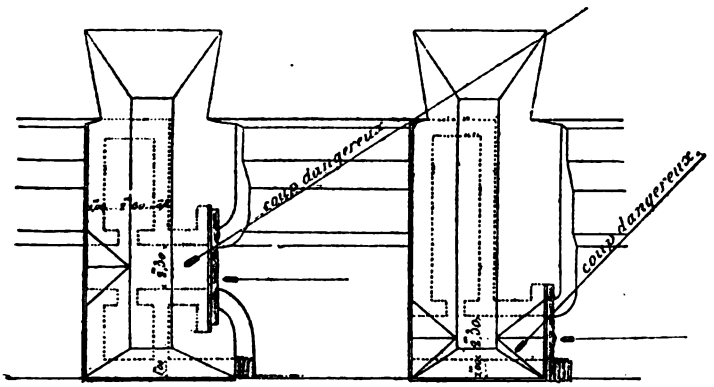
Les voûtes des anciens magasins à poudre ;

Les voûtes des casemates construites sous le massif du rempart.

Traverses voûtées. — Les traverses en maçonnerie et terre établies sur les terre-pleins pour défiler les pièces et abriter les hommes et les munitions avaient été construites,

Fig. 7.

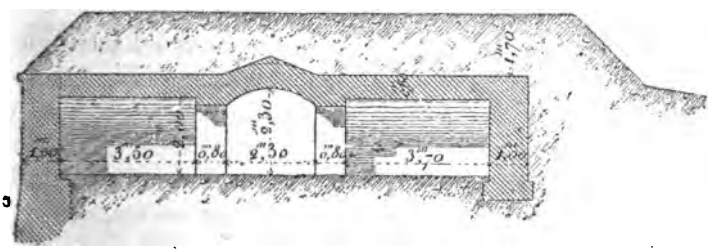
Plan de deux traverses conjuguées avec passages voûtés.



Echelle de $\frac{1}{400}$.

Fig. 8.

Coupe longitudinale.



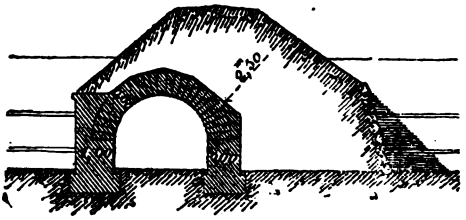
Échelle de $\frac{1}{400}$.

avant l'investissement, suivant les bases adoptées dans l'instruction ministérielle du 7 novembre 1867. Leur

voûte en plein-cintre avait $2^m,50$ de portée, $0^m,60$ d'épaisseur aux reins; elle était protégée par une couche de terre

Fig. 9.

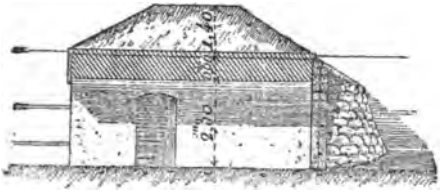
Coupe transversale.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Fig. 10.

Coupe suivant l'axe du passage.



dont l'épaisseur, fixée d'abord à $1^m,50$, fut portée pendant la seconde moitié du siége à $2^m,50$ et même 3 mètres. Parmi ces traverses, les unes avaient 9 mètres de longueur à partir de la crête intérieure et laissaient entre elles et le bord du talus de rempart un passage de 3 à 4 mètres de largeur; les autres se prolongeaient jusqu'au talus de rempart et étaient pourvues de passages voûtés sous lesquels s'ouvraient les portes des abris. Ces dernières traverses étaient établies en général sur le terre-plein de courtines dont la largeur n'était que de 10 à 12 mètres, et leurs murs de queue étaient alors construits au-dessus du mur fermant l'entrée des casemates ménagées sous ces courtines (voir fig. 7, 8, 9 et 10).

Au *fort de la Briche*, un obus de 15 centimètres, tombant

normalement sur une traverse qui servait à remiser les appareils d'éclairage électrique, a percé la couche de terre de $1^m,60$ d'épaisseur, traversé la voûte et éclaté dans l'intérieur de l'abri. Le coup venait de la batterie de siége établie au sud de Montmorency à une distance de 4 000 mètres du fort. D'autres obus de même calibre ont frappé plusieurs traverses voûtées recouvertes de $2^m,50$ de terre sans ébranler la maçonnerie.

Dans la *Double-Couronne du Nord*, les traverses-abris étaient toutes protégées par une couche de terre de $2^m,50$ d'épaisseur; elles n'ont point été percées, malgré le nombre considérable de projectiles qu'elles ont reçus. Les obus éclataient généralement avant de toucher la voûte et produisaient un entonnoir que l'on se hâtait de boucher avec des sacs à terre.

Une traverse-magasin du bastion 3 du *fort de la Briche*, recouverte de $2^m,50$ (?) de terre, a reçu un obus de 15 centimètres qui a éclaté sur les reins de la voûte, les a ébranlés et a fait tomber quelques moellons à l'intérieur de l'abri.

Dans le *fort de Rosny*, un projectile de 24 a frappé une traverse du bastion 2, laquelle servait de magasin à munitions, a pénétré jusqu'à sa voûte à travers $2^m,50$ de terre et fait dans cette voûte, en éclatant, un trou de $0^m,80$ de largeur. Un autre magasin à munitions a eu également sa voûte endommagée par un projectile de 15 centimètres qui, avant de l'atteindre, a dû traverser un revêtement en sacs à terre d'au moins 3 mètres d'épaisseur. Au *fort de Nogent*, les traverses recouvertes de $2^m,30$ de terre n'ont souffert que légèrement; un seul projectile, traversant 2 mètres de terre, a brisé la tête de la voûte d'un abri.

Les dégâts causés aux traverses dans les forts du sud ont été plus considérables.

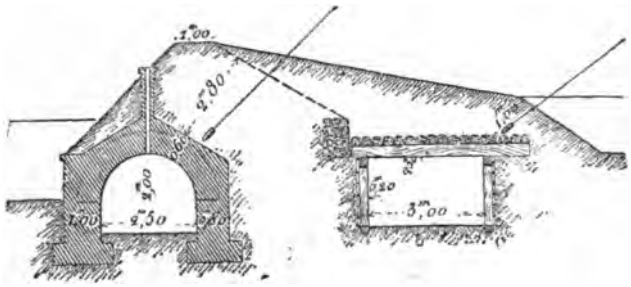
Au *fort de Montrouge*, chaque fois que des obus de 21 centimètres tombaient sur les voûtes des traverses recouvertes d'au moins de 2 mètres de terre, ils produisaient

dans les maçonneries, tout en ne pénétrant que de 1 mètre dans la terre, des fissures et des disjonctions qui ont nécessité l'étayage des voûtes.

Toutes les traverses du *fort de Vanves* qui avaient leur axe dans la direction du tir de l'assiégeant résistèrent pendant toute la durée du bombardement; les têtes des passages voûtés ménagés sous les abris de la courtine 2-3 furent seules endommagées par les projectiles qui arrivaient un peu obliquement. Quelques-uns de ces projectiles tombèrent même jusque sous les voûtes et défoncèrent en éclatant les portes des magasins établis de chaque côté des passages (voir fig. 7).

Fig. 11.

FORT DE VANVES. — *Traverse et abri du bastion 2.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

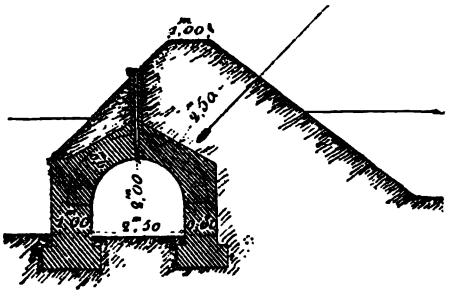
Quant aux traverses des courtines latérales voisines des bastions d'attaque et dans lesquelles les passages se trouvaient suivant la direction du tir de l'ennemi, les têtes des voûtes des passages furent presque entièrement démolies. La voûte d'un passage de traverse sur la courtine 1-2 s'effondra sur la moitié de sa longueur, et les débris de maçonnerie obstruèrent tellement le débouché, qu'on fut obligé, pour rétablir la circulation, de faire sous le parapet une galerie de mine qui contournait la traverse.

Dans les bastions 2 et 3, deux traverses-abris qui présentaient le flanc aux coups de l'assiégeant eurent

leurs voûtes endommagées, à hauteur des reins, malgré l'épaisse couche de terre qui les recouvrait (plus de $2^m,50$);

Fig. 12.

FORT DE VANVES. — *Traverse 12, bastion 3.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

les moellons de ces voûtes furent chassés à l'intérieur d'environ $0^m,04$ sur une surface de $^1/_2$ mètre carré (voir fig. 11 et 12).

Des résultats de tir analogues ont été observés au *fort d'Issy :* une bombe de 21 centimètres, tombant presque normalement sur un petit magasin à munitions de la face droite du bastion 3, traversa une couche de 2 mètres de terre, la voûte de $0^m,60$, et éclata en tombant sur le sol du magasin (voir fig. 13).

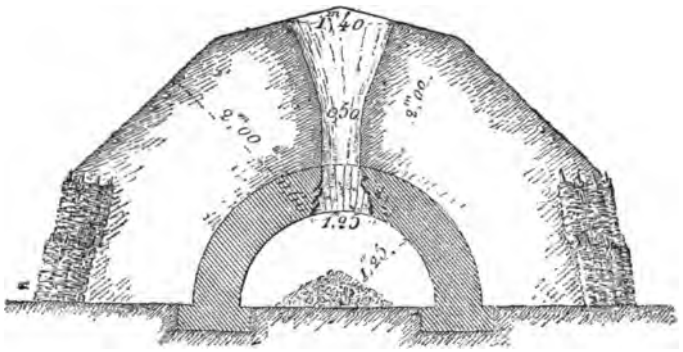
On fera remarquer, en terminant, que les projectiles semblent avoir agi de deux manières différentes sur les voûtes des traverses recouvertes de terre. Quelquefois l'obus traversait la couche de terre et ébranlait ou perçait la voûte de l'abri avant d'éclater; mais le plus souvent il éclatait sur la voûte ou dans son voisinage, et alors la charge du projectile produisait l'effet d'un fourneau de mine dont la terre du blindage de la traverse constituait en quelque sorte le bourrage.

Les différents effets des projectiles dépendaient évidemment, dans ce dernier cas, du calibre, de la charge intérieure, de la vitesse, de l'inclinaison sous laquelle ils

rencontraient la traverse, de la sensibilité de la fusée percutante, de l'épaisseur et du degré de tassement de la couche de terre, éléments trop complexes pour qu'il soit facile de faire la part de chacun d'eux.

Fig. 13.

FORT D'ISSY. — *Magasin aux munitions, face droite du bastion 3.*



Échelle de $\frac{1}{100}$.

En résumé, l'épaisseur de $2^m,50$ donnée à la couche de terre paraît à peine suffisante pour préserver de tout accident des voûtes en maçonnerie récente, de $2^m,50$ de portée et de $0^m,60$ d'épaisseur, lorsque ces voûtes sont exposées aux coups des obus de 15 centimètres ou des projectiles de 21 centimètres, tirés à des distances comprises entre 1 800 et 4 000 mètres.

Voûtes des magasins à poudre. — Les anciens magasins à poudre que l'on avait aménagés pour le logement des hommes étaient couverts d'une voûte en plein-cintre de 8 mètres de portée, ayant 1 mètre d'épaisseur aux reins, et sur laquelle on pouvait étendre une couche de terre de 1 mètre d'épaisseur.

Ces voûtes furent percées en plusieurs endroits, dans la *Double-Couronne;* elles résistèrent très-bien au *fort de la Briche* où l'épaisseur de la couche de terre qui les recouvrait avait été portée à $1^m,80$. Dans les *forts de Montrouge* et *de Vanves*, où la couche de terre n'avait que

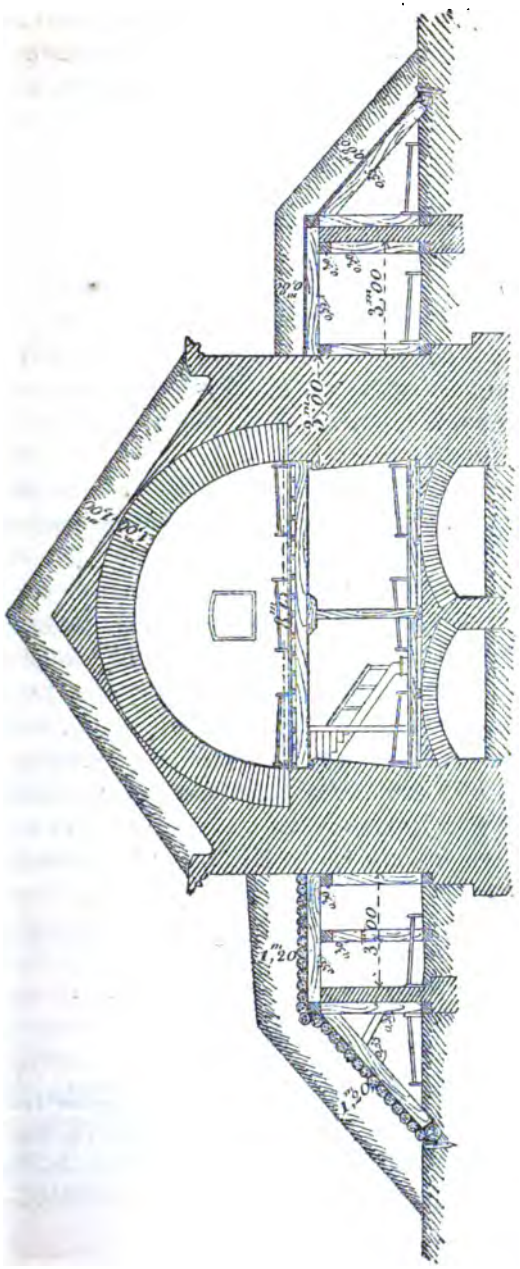


Fig. 14.

Anciens magasins à poudre transformés en logements.

Échelle de $\frac{1}{200}$.

1 mètre d'épaisseur, les voûtes de ces magasins ne souffrirent que légèrement de la chute presque verticale d'un grand nombre d'obus de 21 centimètres, qui ne déterminèrent que quelques fissures dans l'enduit intérieur du magasin.

Les faits signalés au *fort d'Issy* sont encore plus remarquables. Le 19 janvier, alors que les anciens magasins à poudre de ce fort avaient reçu déjà un très-grand nombre de coups, on observa la chute presque verticale d'un nouvel obus de 21 centimètres sur le sommet de la voûte du magasin à poudre le plus rapproché du bastion 3; l'obus éclata en touchant la maçonnerie; on examina immédiatement l'enduit intérieur de la voûte et l'on n'y constata aucune fissure (1).

Voûtes des casemates. — La seule observation relative aux effets des projectiles sur les voûtes des casemates ménagées sous le massif du rempart a été faite au fort de Vanves. Un obus de 21 centimètres, tombant presque normalement sur le terre-plein du bastion 1, a lézardé la voûte de la casemate. Cette voûte avait $0^m,75$ d'épaisseur et était recouverte d'environ $0^m,80$ de terre parfaitement damée par le passage continuel des hommes. Si les voûtes des casemates n'ont pas eu à souffrir pendant le bombardement, c'est qu'elles n'ont reçu qu'un très-petit nombre de projectiles tirés en bombe; car le fait qui vient d'être signalé semble montrer que ces voûtes n'auraient pu résister à un tir de cette nature très-prolongé.

P. Petit, *capitaine du génie.*

(*A suivre.*)

---

(1) Un fait qui mérite d'être signalé d'une manière particulière, c'est que beaucoup de projectiles, en rencontrant soit de la maçonnerie, soit le pavé des rues, éclataient aussitôt sans pénétrer et sans causer de dégâts sensibles.

Pour protéger la poudrière souterraine construite au début du siége dans la dépression de terrain de l'ancienne pépinière au sud du jardin du Luxembourg, on avait établi un pavage en grès sur la masse de terre qui recouvrait la charpente. Plusieurs projectiles tombèrent sur cette poudrière, et la plupart firent explosion au moment de leur chute sans traverser le pavage.

DU TIR EN BRÈCHE A GRANDE DISTANCE
CONTRE DES MAÇONNERIES COUVERTES.

La question de la possibilité de faire brèche de loin à des maçonneries couvertes préoccupe à bon droit les artilleurs et les ingénieurs. Il est à désirer que des expériences, faites avec le nouveau matériel de siége, viennent compléter les résultats remarquables obtenus par la Commission de l'île d'Aix. Nous nous proposons ici d'exposer sur ce sujet quelques considérations empruntées à la balistique.

Pour préciser la question, nous rechercherons les conditions où l'on doit se placer pour atteindre, avec un projectile donné, et avec une efficacité suffisante pour faire brèche, un point de la maçonnerie défilé sous un angle donné.

Vitesse restante nécessaire à la pénétration. — Nous admettrons que l'on ait déterminé par l'expérience, la vitesse W avec laquelle le projectile doit arriver *normalement* au mur pour avoir une pénétration suffisante. Si l'incidence est oblique (quelle que soit du reste la direction de cette obliquité), la vitesse a deux composantes, l'une tangente, l'autre normale au mur. Cette dernière, que nous appellerons Z, produira seule l'effet utile ; et, pour qu'elle soit suffisante, il faut évidemment qu'elle soit égale à W. Nous faisons, comme on le voit, abstraction de l'influence que peut avoir sur la pénétration l'inclinaison de l'axe du projectile par rapport à la trajectoire. On verra plus loin que cette influence est très-appréciable. Z doit donc être supérieur à W.

Travail employé à faire brèche. — Le travail employé à faire brèche peut être représenté par nmZ^2, m étant la masse du projectile, et n le nombre des projectiles qui ont atteint le mur. L'expérience montre que, pour un même mur, une

même surface de brèche et un même projectile, ce travail est constant, quelle que soit la distance ; et qu'il est encore constant pour des projectiles de calibre différent mais semblables, — ce qui semble, du reste, évident *a priori*. — Ainsi pour nos projectiles de 12 et de 24, arrivant normalement au mur avec des vitesses peu différentes, on a trouvé que la masse de fonte nécessaire pour produire la brèche était sensiblement la même. Nous pouvons donc admettre pour des projectiles semblables la relation :

$$n m Z^2 = T S \qquad (1)$$

T étant une constante pour un même mur, et S, la surface de la brèche.

Tables du tir plongeant. — Nous supposerons d'abord que l'on possède les tables du tir plongeant de la bouche à feu. Voici comment ces tables pourraient être établies : les colonnes horizontales auraient pour argument les portées, les colonnes verticales auraient pour argument les charges. A chaque point de rencontre de ces colonnes deux à deux seraient inscrits les éléments suivants :

1° Angle de tir ;

2° Angle de chute ;

3° Vitesses restantes — totale, horizontale ;

4° Écarts probables — en portée, en direction, en hauteur ;

5° Dérivation.

Problème du tir plongeant. — La première question à résoudre est celle-ci :

Connaissant l'angle θ de défilement du point o qu'on veut atteindre, la distance x où l'on est de ce point, la hauteur h de mur au-dessus de o, b la largeur de la brèche, déterminer la charge et l'angle de tir, reconnaître si l'on peut atteindre efficacement le point o, calculer enfin le nombre de coups nécessaire pour faire brèche.

Nous supposerons d'abord la pièce placée et tirant dans la direction normale au revêtement en o ; de sorte que, en

négligeant l'inclinaison du revêtement, on pourra prendre la vitesse horizontale restante pour la vitesse d'arrivée normale. Cette approximation est admissible pour les faibles inclinaisons de revêtement.

Nous conviendrons de compter les angles de tir et de chute, φ et ω, à partir de la ligne qui joint la pièce au but, admettant que, lorsqu'on relève le tir d'un petit angle, tel que celui de l'élévation du but, la trajectoire tout entière est relevée du même angle, sans changer de forme. Si l'on représente par ε l'angle d'élévation du but, les angles de tir et de chute, comptés à partir de l'horizontale, seraient $\varphi + \varepsilon$ et $\omega - \varepsilon$.

Solution par les tables de tir. — L'angle de chute, compté suivant nos conventions, doit être $\theta + \varepsilon$. Cherchons dans les tables la distance x, ou celle qui s'en rapproche le plus. Suivons la colonne horizontale jusqu'à la rencontre de l'angle $\theta + \varepsilon$; nous trouverons à côté l'angle de tir, et, en haut de la colonne verticale, la charge. A côté de l'angle de chute sera la vitesse horizontale restante u; et, pour qu'on puisse faire brèche, il faut que u soit supérieur à W.

Il se peut que, dans la colonne horizontale, on ne trouve que des angles de chute supérieurs à $\theta + \varepsilon$. Cela indiquerait qu'à la distance où l'on est placé, la vitesse initiale nécessaire pour obtenir un angle de chute $\theta + \varepsilon$ est supérieure à la vitesse maximum que la pièce peut donner au projectile. Dans ce cas, il faudrait prendre la vitesse correspondante à l'angle le plus rapproché de $\theta + \varepsilon$ (1).

Solution théorique. — Si l'on n'a pas les tables du tir plongeant de la bouche à feu, on peut y suppléer par la connaissance du coefficient balistique (en supposant, bien entendu, que l'on connaisse la relation entre la charge et la vitesse initiale). Ce coefficient c, que l'on pourrait nommer le module de la conservation de vitesse, donne le

(1) C'est-à-dire l'angle de projection correspondant à la vitesse maximum.

rapport de la vitesse horizontale restante en chaque point à la vitesse horizontale initiale, par la relation :

$$u = \frac{V \cos \varphi}{1 + \frac{V}{c} x} . \qquad (2)$$

Si l'on considère les vitesses horizontales restantes u et u' en deux points x et x', on aura la relation :

$$u(1 + \frac{V}{c} x) = u'(1 + \frac{V}{c} x') ,$$

d'où :

$$c = V \frac{ux - u'x'}{u' - u} .$$

On voit par là comment on peut déduire c de l'observation des vitesses conservées. Ce coefficient n'est pas constant pour toutes les trajectoires, ni même pour tous les points d'une même trajectoire du projectile. Mais il varie peu, et dans ce qui suit nous représenterons par c sa valeur moyenne.

Pour les projectiles oblongs de siége, c surpasse de beaucoup 10^6 ; il est donc très-grand par rapport au produit Vx, tant que la distance n'est pas elle-même très-grande.

Pour les projectiles semblables, le rapport $\frac{cR^2}{P}$ est constant, P représentant le poids et R le calibre. On peut ainsi avoir c pour le projectile donné, quand on connaît sa valeur pour un projectile analogue.

Calcul de φ *et de* V. — On a, entre la portée, l'angle de projection et l'angle de chute, les deux relations suivantes :

$$\frac{V^2 \sin 2\varphi}{g} = x[1 + f(x)] , \qquad (3)$$

$$\text{tg} . \omega = \text{tg} . \varphi \left(1 + \frac{x f'(x)}{1 + f(x)}\right) . \qquad (4)$$

La fonction $f(x)$, qui se détermine en général par l'ex-

périence, peut être représentée ainsi en y faisant entrer le coefficient balistique :

$$f(x) = \frac{2}{3}\frac{Vx}{c} + \frac{1}{6}\frac{V^2x^2}{c^2}.$$

Dans le cas que nous traitons, on veut avoir $\omega = \theta + \varepsilon$; donc

$$\operatorname{tg}.\varphi = \operatorname{tg}(\theta + \varepsilon)\left[1 - \frac{\frac{2}{3}\frac{Vx}{c} + \frac{1}{3}\frac{V^2x^2}{c^2}}{1 + \frac{4}{3}\frac{Vx}{c} + \frac{1}{2}\frac{V^2x^2}{c^2}}\right]. \qquad (5)$$

Pour avoir φ, il faudrait éliminer V entre (3) et (5). Mais, si l'on remarque que la fraction entre parenthèses dans (5) est petite par rapport à l'unité, on voit qu'on aura φ avec une approximation suffisante, en remplaçant dans (5) V par une valeur voisine de la véritable. Cette valeur pourra être celle qu'on tirerait de (3) en y faisant $\varphi = \theta$, ou, plus simplement encore, celle donnée par la formule du vide : $V'^2 = \frac{gx}{\sin 2\theta}$

Connaissant φ, pour avoir la vitesse initiale véritable, il suffira de reporter la valeur de $\sin 2\varphi$ dans l'équation (3) que l'on résoudra par rapport à V. Cette équation est du second degré ; on peut simplifier le calcul en remplaçant, dans le second membre, c'est-à-dire dans $f(x)$, V par la valeur déjà calculée V'.

Enfin, la vitesse restante sera suffisante pour faire brèche, si l'on a :

$$\frac{V\cos.\varphi}{1 + \frac{V}{c}x} > W.$$

Formules pratiques. — 1° Pour les distances supérieures à 800 mètres, calculer les quantités suivantes :

$$\delta = \frac{2}{3}\frac{x}{c}\sqrt{\frac{gx}{\sin 2\theta}}. \qquad \alpha = \delta - \delta^2.$$

On prendra :

$$\operatorname{tg} . \varphi = \operatorname{tg}(\theta + \varepsilon)(1 - \alpha). \qquad V^2 = \frac{gx}{\sin 2\varphi}(1 + \delta).$$

2° Pour des distances inférieures à 800 mètres, on prendra :

$$\varphi = \theta + \varepsilon, \qquad V^2 = \frac{gx}{\sin 2\theta}.$$

Dans les deux cas, les charges initiales seront un peu faibles ; on les augmentera progressivement sans changer l'angle. C'est la meilleure manière de régler le tir.

Influence de l'élévation du but. — On voit par ce qui précède que, *pour tenir compte de l'élévation du but, il suffit de compter les angles de tir à partir de la ligne qui joint la pièce au but, et d'augmenter l'angle de défilement de l'angle d'élévation du but.*

Exécution du tir. — Quand il s'agit de faire brèche, les angles θ et ε sont calculés d'après le point le plus bas qu'on se propose d'atteindre sur le mur. Mais il est évident que, dans le tir, ce point ne doit pas être pris pour but ; car, alors, la trajectoire moyenne passant par le sommet de la masse couvrante, on serait exposé à perdre la moitié des coups. Il faut donc relever la trajectoire d'une certaine quantité. Voici la règle que nous proposons à cet égard.

En relevant la trajectoire d'une quantité égale à la moitié de la hauteur du mur à battre, $\frac{1}{2}h$, c'est-à-dire en prenant pour but le milieu de cette hauteur, on aura la chance maximum d'atteindre le mur. Il faudra opérer ainsi toutes les fois que $\frac{1}{2}h$ sera plus petit que l'écart probable en hauteur. C'est le cas qui se présente aux grandes distances. Dans le cas contraire, la hauteur moyenne des coups deviendrait trop grande, c'est seulement de l'écart probable qu'il faudra relever la trajectoire. On sera sûr ainsi de

mettre dans la maçonnerie plus de la moitié des coups. Au fur et à mesure des progrès du tir, on prendra pour but un point de plus en plus élevé. Mais alors il ne sera plus nécessaire d'avoir une incidence égale à $\theta + \varepsilon$ pour atteindre le but. Si l'on désigne par Δh la quantité dont on a relevé le but et par l la distance de la masse couvrante au mur, l'angle de défilement sera devenu $\theta - \frac{\Delta h}{l}$; l'angle d'élévation du but $\varepsilon + \frac{\Delta h}{l}$. L'incidence nécessaire sera :

$$\theta - \frac{\Delta h\,(x - l)}{lx}, \text{ ou sensiblement } \theta - \frac{\Delta h}{l}.$$

En calculant les éléments du tir pour cette nouvelle incidence, on bénéficiera d'une vitesse normale d'arrivée plus considérable. Le point le plus élevé que l'on ait à prendre pour but est au-dessous du cordon du mur d'une quantité égale à l'écart probable r. Le relèvement total de la trajectoire sera donc $h - 2r$. Il suffira de calculer les éléments du tir pour $\Delta h = o$ et pour $\Delta h = h - 2r$, et de diminuer progressivement l'angle de tir entre ces deux limites extrêmes. Cette considération montre en même temps qu'il n'y aura pas lieu de relever le tir quand $h < 2r$.

Les coordonnées horizontales du but se détermineront par une considération analogue. Si la largeur de la brèche à faire est plus petite que le double de l'écart probable en direction, r', on prendra pour but un point situé sur la verticale passant par le centre de la brèche et toutes les pièces y concentreront leur feu. Dans le cas contraire, chacune des pièces extrêmes dirigera son tir sur un point distant de l'extrémité qui lui correspond d'une quantité égale à r'. Entre ces deux points, on choisira des points équidistants en nombre égal à celui des pièces restantes; ils leur serviront respectivement de but.

Calcul du nombre de coups nécessaire pour faire brèche. — Le nombre des coups atteignant le mur s'obtient en multipliant le nombre total des coups N, par la chance d'atteindre un but de hauteur h et de largeur b. Cette chance est aisée à calculer quand on connaît les écarts probables. Dans le cas où l'on prend pour but le centre de la brèche, cette chance est le produit de $F\left(\frac{h}{r}\right)$ par $F\left(\frac{h}{r'}\right)$. Les valeurs de la fonction F sont calculées dans les traités de probabilités.

On aura donc $n = NF\left(\frac{h}{r}\right)F\left(\frac{b}{r'}\right)$; et la force vive utilisée sera :

$$mu^2 NF\left(\frac{h}{r}\right)F\left(\frac{b}{r'}\right).$$

En vertu de la relation (1), elle devra être égale à T.S, quantité connue.

Donc :
$$N = \frac{T.b.h}{mu^2 F\left(\frac{h}{r}\right)F\left(\frac{b}{r'}\right)}.$$

Remarquons que r et r' varient, non-seulement avec la distance, mais encore avec l'angle de tir.

Limites du terrain dangereux. — Cette discussion montre que la distance d'une batterie de brèche ne saurait être trop petite, sans quoi la vitesse normale d'arrivée serait inefficace. Elle ne doit pas être trop grande non plus, parce que la chance d'atteindre diminuant quand la distance augmente, il arrivera un point où le nombre de coups nécessaire pour faire brèche sera hors de proportion avec l'importance du résultat. La distance à laquelle on peut se placer pour faire brèche à un mur donné, est donc, pour chaque pièce, comprise entre deux limites que nous nommerons limites du terrain dangereux. Si elles sont égales entre elles, il n'est pas possible de faire

brèche. Nous allons indiquer comment on peut les calculer.

Limite supérieure. — Elle est évidemment très-variable pour une même pièce, suivant les circonstances où l'on se trouve placé. Elle dépend de l'approvisionnement en munitions, de la facilité qu'on a à le renouveler, de l'importance plus ou moins grande qu'on attache à ouvrir la brèche le plus tôt possible. Ces considérations détermineront le nombre N_t de coups que l'on ne veut pas dépasser. Ce nombre admis, la limite supérieure s'en déduira. Ce sera la distance pour laquelle on a :

$$F\left(\frac{h}{r}\right)F\left(\frac{b}{r'}\right) = \frac{Tbh}{mu^2N_t}.$$

Nous la représenterons par X.

Si la maçonnerie n'est pas couverte, on aura la limite supérieure par la même formule où l'on prendrait pour u la vitesse horizontale d'arrivée correspondant à la charge maximum. Les Allemands admettent que, pour le canon de 15^c, cette limite ne dépasse pas 2500 mètres. Elle augmenterait pour des calibres plus forts, puisqu'elle dépend à la fois de la justesse et de la puissance balistique du projectile.

Limite inférieure. — Dans tout ce qui va suivre, nous supposerons l'angle de défilement corrigé de l'angle d'élévation du but.

On démontre en balistique la relation suivante entre la portée, l'angle de chute et la vitesse horizontale d'arrivée :

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{gx}{2u^2}(1-\beta). \qquad (6)$$

β est une quantité plus petite que l'unité et qui est en raison inverse du coefficient balistique. Elle croît avec la portée ; mais pour les canons de siége et pour les portées qui ne surpassent pas 2000 mètres, elle est inférieure

à $\frac{1}{10}$. On peut au surplus contrôler le degré d'exactitude de la formule par l'inspection des tables de tir [1].

Pour avoir la limite inférieure du terrain dangereux Y, il suffit de faire de cette formule $\omega = \theta$ et $u = W$; ce qui donne :

$$Y = \frac{2W^2 \operatorname{tg}\theta}{g(1-\beta)}. \qquad (7)$$

Et pour toutes les distances inférieures à 2500 mètres, on pourra prendre :

$$Y = 2{,}2\,\frac{W^2 \operatorname{tg}\theta}{g}.$$

Si, dans la même formule, on prend pour inconnues l'angle de défilement et la force normale d'arrivée, on aura :

---

[1] Voici une manière de démontrer cette relation.
Reprenons les formules dont nous avons déjà fait usage :

$$u = \frac{V\cos\varphi}{(1+\frac{V}{c}x)}. \qquad (2)$$

$$\frac{V^2\sin 2\varphi}{g} = x[1+f(x)]. \qquad (3)$$

$$\operatorname{tg}\omega = \operatorname{tg}\varphi\left(1+\frac{xf'(x)}{1+f(x)}\right). \qquad (4)$$

Les équations (2) et (3) nous donnent :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{gx}{2u^2}\,\frac{1+f(x)}{(1+\frac{V}{c}x)^2}.$$

D'où

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{gx}{2u^2}(1-\beta),$$

En posant

$$\beta = \frac{2}{3}\,\frac{Vx}{c}\left\{\frac{1+\frac{3}{4}\frac{Vx}{c}}{\left(1+\frac{Vx}{c}\right)^2}\right\}.$$

On voit que, quand x n'est pas très-grand, β est petit par rapport à l'unité; qu'il va en augmentant avec x et diminue quand c augmente. Si l'angle de tir varie peu, comme dans le cas que nous considérons, V varie sensiblement comme $x^{\frac{1}{2}}$, et l'on peut prendre $\beta = \frac{\gamma}{c}x^{\frac{3}{2}}$, γ étant une constante.

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{gx}{2\,W^2}(1-\beta) \tag{8}$$

et

$$u^2 = \frac{gx}{2\operatorname{tg}\theta}(1-\beta). \tag{9}$$

Conclusions. — Les formules (7), (8) et (9) nous permettent d'énoncer les conclusions suivantes pour les limites du tir plongeant entre lesquelles on peut négliger les variations de β :

1° *La limite inférieure du terrain dangereux croît dans le même rapport que la tangente du défilement;*

2° Réciproquement, *la tangente de défilement nécessaire pour mettre un revêtement à l'abri des coups efficaces d'une pièce, croît dans le même rapport que la distance de cette pièce;*

3° Le carré de la vitesse normale d'arrivée, ou, ce qui revient au même, *la force vive utilisée croît dans le même rapport que la distance, pour une même tangente de défilement.*

Il ne faudrait pas étendre ces conclusions à des distances supérieures à 2 500 mètres, parce que, aux grandes distances, β se rapproche de l'unité, et qu'il devient souvent impossible de donner au projectile la vitesse nécessaire pour avoir un angle de chute égal à l'angle de défilement.

Distance la plus avantageuse pour faire brèche. — Cherchons maintenant quelle est, dans les limites du terrain dangereux, la distance la plus avantageuse pour faire brèche. Si l'on s'éloigne du but, la force vive normale d'arrivée mu^2 croît proportionnellement à la distance. Mais la proportion des coups qui atteignent le mur décroît comme le produit $F\left(\frac{h}{r}\right)F\left(\frac{b}{r'}\right)$. *La distance la plus avantageuse est donc* celle pour laquelle le produit $xF\left(\frac{h}{r}\right)F\left(\frac{b}{r'}\right)$ est maximum, c'est-à-dire *celle pour laquelle le produit de la distance*

par la chance d'atteindre la portion de mur à battre est maximum. On voit qu'elle augmente avec la justesse de la pièce. *Elle est en général de beaucoup plus grande que la limite inférieure du terrain dangereux.*

Dans la pratique, il faudra toujours adopter une valeur un peu inférieure, parce qu'en réalité la force vive normale d'arrivée croît un peu moins vite que la distance, et parce que, aux grandes distances, les coups sont moins bien répartis pour la prompte exécution de la brèche.

Tangente du défilement absolu. — Enfin, on peut se demander quel est l'angle Ω sous lequel il faut défiler le mur pour qu'il n'ait rien à craindre d'une pièce donnée, ou l'angle de défilement absolu. Il sera donné par la relation (6) dans laquelle on fera x égal à la limite supérieure du terrain dangereux X. Ce sera donc l'angle pour lequel on aura :

$$\frac{\operatorname{tg}\Omega}{X} = \frac{g}{2W^2}(1-\beta). \qquad (10)$$

On voit qu'il augmente, non-seulement avec la puissance du projectile, mais encore avec la justesse de la pièce.

Influence du calibre. — Considérons maintenant des pièces de calibre différent. La vitesse efficace W varie d'un projectile à l'autre; mais, si on la connaît pour l'un, il sera facile de la déterminer pour des projectiles analogues. En effet, l'expérience et le calcul démontrent que la puissance de pénétration dans la maçonnerie est la même pour une même force vive normale d'arrivée par centimètre carré de la section du projectile. La quantité $\frac{mW^2}{\pi R^2}$ devra donc être constante pour des projectiles analogues.

$$\text{Donc } \frac{W'^2}{W^2} = \frac{m}{m'} \cdot \frac{R'^2}{R^2} = \frac{c}{c'}.$$

c et c' sont les coefficients balistiques qui, pour les projectiles semblables, sont entre eux comme les calibres.

De là on déduit les relations :

$$\frac{Y'}{Y} = \frac{c}{c'}\frac{1-\beta}{1-\beta'}; \quad \frac{\operatorname{tg}\omega'}{\operatorname{tg}\omega} = \frac{c'}{c}\frac{1-\beta'}{1-\beta}; \quad \frac{\operatorname{tg}\Omega'}{\operatorname{tg}\Omega} = \frac{c'}{c}\frac{1-\beta'}{1-\beta}\cdot\frac{X'}{X}.$$

Remarquons que, quand c augmente, β diminue et par suite $1-\beta$ augmente; que, dans le même cas, X augmente, puisque la puissance et la justesse du projectile varient dans le même sens que c; enfin que $1-\beta$ diminue avec la distance. Cela nous conduit aux conclusions suivantes :

Conséquences pratiques :

1° *La limite inférieure du terrain dangereux croît proportionnellement à l'inverse du coefficient balistique ;*

2° *La limite supérieure croît avec le coefficient balistique ;*

3° *La tangente du défilement pour une distance donnée et la tangente du défilement absolu croissent un peu plus vite que le coefficient balistique.*

Si donc l'on admet que, pour le canon de 15c (canon de 24), la tangente du défilement absolu est $\frac{1}{4}$, pour un canon analogue de 20c, elle serait un peu plus de $\frac{1}{3}$, et pour un canon de 30c, plus de $\frac{1}{2}$.

Les expériences de l'île d'Aix ont donné, pour nos canons de 12 et de 24, des résultats conformes à ces conclusions. On a trouvé que les tangentes du défilement étaient sensiblement dans le rapport de 4 à 5.

Il est question, chez les Allemands, d'introduire dans le matériel de siége un canon de 21c. Pour cette pièce, la tangente du défilement serait supérieure à 0,35.

Tir oblique contre les revêtements découverts. — On peut faire brèche aux maçonneries en tirant obliquement par rapport au revêtement. L'obliquité sous laquelle on peut faire brèche a une limite variable avec la distance. Cette limite diffère de l'angle de défilement et se trouve toujours plus

grande. En effet, dans le tir oblique on emploie toujours la charge et la vitesse initiale maximum, tandis que, dans le tir plongeant, on est obligé de sacrifier une partie de cette vitesse pour arriver sous l'angle convenable.

Si l'on nomme i la limite de l'obliquité et u la vitesse horizontale d'arrivée, on voit facilement que $\cos^2 i = \frac{W^2}{u^2}$.

En réalité l'angle i est beaucoup au-dessous de la limite donnée par cette relation, parce que, dans le cas du tir oblique, la direction de l'axe du projectile s'écarte beaucoup de la direction normale au mur.

Donc pour une même vitesse horizontale d'arrivée et pour des pièces différentes, le carré de la sécante de la limite d'obliquité croît proportionnellement au coefficient balistique.

Quand la crête de la masse couvrante est parallèle au mur, il n'y a aucun avantage à tirer obliquement par rapport à cette crête.

Par le tir oblique on diminue la tangente du défilement, par suite on augmente la vitesse horizontale d'arrivée. En revanche, cette vitesse n'est plus normale à la maçonnerie, et c'est sa composante normale qui seule produit l'effet utile.

Soient i l'angle d'obliquité, θ' l'angle de défilement résultant de cette obliquité, Z la composante normale de la vitesse d'arrivée.

On a : $\frac{\operatorname{tg}\theta'}{\operatorname{tg}\theta} = \cos i$; donc : (6) $\frac{u'^2}{u^2} = \frac{\operatorname{tg}\theta}{\operatorname{tg}\theta'} = \frac{1}{\cos i}$.

Mais $Z = u' \cos i$; donc : $Z^2 = u^2 \cos i$.

Ainsi, en tirant obliquement par rapport à la crête couvrante, la force vive normale d'arrivée décroît proportionnellement au cosinus de l'obliquité.

Il y aura donc, toutes choses égales d'ailleurs, avantage à se placer dans la direction de la normale au revêtement menée par le point que l'on veut atteindre.

Influence de la dérivation. — La considération de la dérivation peut légèrement infirmer la conclusion précédente. Dans le tir des projectiles oblongs, l'axe s'incline, suivant le sens de la dérivation, à droite ou à gauche du plan de la trajectoire. Or, il est naturel d'admettre que, tout étant égal d'autre part, la puissance de pénétration est plus grande quand la direction de l'axe se rapproche de la normale au mur. Ainsi pour les projectiles dérivant à droite, la limite du tir oblique serait plus grande quand l'obliquité vient de la droite. C'est là un fait que les expériences de l'île d'Aix ont démontré. Il peut donc y avoir pour ces projectiles un léger avantage à se placer à droite de la direction normale au mur. Dans tous les cas, si l'on ne peut se placer sur cette direction normale, on doit donner la préférence à l'obliquité venant de la droite.

Importance du commandement. — Dans ce qui précède nous n'avons tenu compte qu'implicitement de l'élévation du but. Nous avons dit que, théoriquement, on peut en faire abstraction en augmentant l'angle de défilement de l'angle d'élévation du but, et en comptant les angles de tir à partir de la ligne qui joint la pièce au but. Mais la hauteur relative de la pièce et du but a de plus une conséquence très-importante au point de vue de l'observation des coups, qui est toujours plus efficace quand elle se fait de la batterie même. La considération du commandement sera donc souvent prépondérante dans le choix de l'emplacement des batteries de siége.

Il est facile de faire l'application des formules précédentes. Nous nous bornerons à énoncer les résultats suivants, calculés en nombres ronds pour le canon de 24 de siége.

Nous admettrons $W = 150$.

Supposons que l'on veuille faire brèche à un mur sur une hauteur de 5 mètres et une largeur de 20 mètres; le point le plus bas de la brèche étant couvert au quart :

La formule (7) donnera, pour la limite inférieure de la distance où il faut se placer pour faire brèche, 1 150 mètres.

La distance la plus avantageuse sera celle de 1 600 mètres, pour laquelle la chance d'atteindre le but est 0,31.

A 2 500 mètres, la chance d'atteindre serait 0,165, et il faudrait pour faire brèche $\frac{1}{4}$ de projectiles en plus qu'à 1 600 mètres. Mais la formule (8) montre qu'à cette distance, un défilement de 25° suffirait à peine à protéger la maçonnerie.

Il est bien entendu que toutes ces conclusions ont besoin d'être confirmées par l'expérience.

C. Astier, *chef d'escadron d'artillerie*,
Professeur du cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie à Fontainebleau.

DES BATTERIES DE COTE

par le lieutenant-colonel Hundt, de l'artillerie de la marine allemande.

(Traduit de l'allemand par le capitaine J. B. V. Lefèvre.)

(*Suite*).

Armement des ouvrages. — Les fronts de mer recevront les plus gros canons. Le plus faible de tous les calibres dont il y a lieu de faire usage est celui de 15^{c} (canon long cerclé); encore faut-il ne le mettre en batterie qu'en vue de battre certains points du chenal, où, en raison du peu de profondeur des eaux, les gros navires ne pourraient avoir accès, comme aux embouchures des rivières, etc. Le même canon de 15^{c} peut aussi être d'un bon emploi pour venir en aide à ceux d'un calibre plus fort, quand il s'agira de protéger certaines lignes d'une importance secondaire et destinées à repousser des attaques qui pourraient venir à la fois du côté de la terre et du côté de la mer.

Le canon long fretté de 15^{c} n'a d'action que jusqu'à 800 mètres sur des vaisseaux cuirassés dont les plaques n'ont que 4 à 5 pouces (105 à 131^{mm}) d'épaisseur. Dans l'état actuel des choses, de pareils navires sont trop faibles pour qu'on puisse tenter avec eux une attaque sérieuse contre des forts de mer. Au surplus, la largeur du chenal à cette distance des ouvrages ne permettra guère aux navires ennemis de trouver assez de place pour y manœuvrer commodément, à moins de cas tout à fait exceptionnels.

Le canon fretté de 21^{c} trouvera principalement sa place sur les lignes qui couvrent le barrage du port. Son effet sera d'ailleurs tout à fait suffisant; car, en pareil cas, les vaisseaux ennemis, au moment de leur passage, devront être assez rapprochés des ouvrages de fortification.

On devra mettre des canons de 24^{c} et de 28^{c} le long des fronts qui commandent la mer sur une grande éten-

due et en même temps les barrages du port, autant qu'il sera possible. Ces bouches à feu canonneront aux distances les plus éloignées la flotte lancée en avant par l'ennemi et l'empêcheront de se porter tout d'abord aux points les plus favorables à son action contre les forts, eu égard à la portée de ses pièces. Aussi le canon de 24^{c} et de 28^{c} seront-ils également bien placés en première et en seconde ligne. Comme ces pièces doivent entrer en action dès l'origine de la lutte, il faut qu'elles soient installées, ou derrière des plaques cuirassées, ou dans des positions dominantes. Tout ce matériel est trop dispendieux pour qu'on l'expose en des points où il serait à découvert.

Comme effet, le canon de 28^{c} est très-supérieur à celui de 24^{c}. Dès lors il serait fort à souhaiter que les lignes dont on a parlé plus haut fussent toutes armées de pièces ayant le plus fort de ces deux calibres; mais il y a ici deux motifs d'hésitation, le prix élevé de ces pièces et les difficultés de leur manœuvre. Le service de ces bouches à feu exige en outre des précautions minutieuses, si l'on ne veut pas qu'elles soient mises en peu de temps hors d'état de fonctionner.

Si l'état des finances ne permet point de disposer d'un nombre suffisant de ces pièces, on les remplacera par des pièces de 24^{c}. Quant à présent, ce dernier calibre est peu supérieur à celui de 21^{c} comme effet destructeur, mais il y a lieu de penser que, d'ici à peu de temps, on tirera ce canon avec des charges notablement plus fortes : dans ces conditions, il pourra figurer à côté de celui de 28^{c} avec assez d'avantage.

Les mortiers rayés devront trouver leur emploi dans la défense des côtes; c'est surtout pour le tir aux grandes distances qu'il faudra les utiliser. Dans ce dernier cas, les projectiles lancés par les bouches à feu longues ne donnent généralement qu'un résultat médiocre; en revanche, une seule bombe, lancée par un mortier rayé et tombant sur un grand navire, peut le couler à fond. Bien que la

justesse de ce genre de tir soit peu considérable, il n'en faudra pas moins pourvoir les forts de mer d'un certain nombre de ces mortiers, eu égard à l'effet moral qu'ils produisent sur le personnel des navires exposés à leurs feux. L'ennemi se verra souvent forcé par le tir de ces sortes de pièces, de reculer fortement ses points d'ancrage et d'abandonner certaines petites criques, abritées par le relief du terrain contre le feu direct des forts, dans lesquelles il aurait pu, sans cela, trouver un refuge assuré.

Force de l'armement. — Le nombre de pièces à mettre en batterie par fort dépend du nombre de vaisseaux cuirassés que l'ennemi peut mettre en ligne aux différentes périodes de la bataille. En général, les forts entreprendront la lutte avec avantage, s'ils peuvent disposer de 4 à 6 gros canons pour chaque navire cuirassé, ce qui correspond environ au quart des bouches à feu transportées par un de ces vaisseaux. Ce serait un mauvais calcul que de se tenir au-dessous de ce chiffre, surtout dans les conditions actuelles de l'armement des navires blindés, qui amènent avec eux des pièces d'un calibre énorme, abritées derrière des plaques d'une épaisseur toujours considérable.

Espacement des bouches à feu. — Plus on donne d'espacement aux pièces, plus l'avantage est grand pour la défense. Dans les batteries en terre à ciel ouvert, l'intervalle des pièces, mesuré d'axe en axe, doit être de $37^{m},5$ au moins ; de cette façon, plusieurs pièces contiguës ne courent pas le risque d'être mises hors de service par un seul coup éclatant à hauteur de l'une d'elles. On comprend qu'un ouvrage construit dans ces conditions coûtera des sommes considérables, et il y a lieu de se demander s'il ne vaudrait pas mieux placer les bouches à feu dans des tours cuirassées ou derrière des épaulements formés par des plaques ; les pièces, dans ce cas, seraient réparties sur un développement beaucoup moindre.

Affûts. — Les affûts du système Krupp, pour les trois plus gros calibres, avec frein hydraulique et appareil au-

tomatique pour la mise en batterie, ont, jusqu'à présent, fort bien fonctionné. Il ne faut guère songer à augmenter la *hauteur de feu*, c'est-à-dire la hauteur de l'axe des encastrements de tourillons au-dessus de la plate-forme. Cette dimension, déjà assez grande pour l'affût de 28^{c}, rend fort difficile le service des pièces dès qu'elle dépasse certaines limites. Quant à la hauteur de genouillière, elle est de 1^{m},760; il en résulte que les hommes sont suffisamment couverts.

Plates-formes. — Les plates-formes en béton, dont on a fait usage jusqu'aujourd'hui pour les pièces de gros calibre, n'ont donné lieu à aucune observation. Quand le sous-sol est résistant, la plate-forme ne s'affaisse jamais, même avec un canon de 28^{c}. Dans le cas d'un mauvais sous-sol, il ne faudra pas ménager les pilots.

Moyen de protéger l'épaulement contre le souffle de la pièce. — D'après les expériences faites avec le canon de 28^{c}, il suffit de quelques coups pour écrêter d'une manière complète le couronnement de la batterie. Tous les moyens employés jusqu'ici pour obvier à cet inconvénient ont été sans effet. Il n'y a plus qu'une ressource à tenter : ce serait de protéger ce couronnement à l'aide d'une mince cuirasse de fer, ou encore d'installer les pièces derrière des plaques libres, c'est-à-dire sans coffre postérieur en terre.

Conservation des munitions. — Chaque ouvrage contiendra l'approvisionnement complet de toutes les pièces qui constituent son armement.

Deux cents coups par pièce suffiront pour les divers combats d'artillerie qu'on pourra avoir à soutenir. Le feu d'une batterie de côte ne doit jamais être précipité, si l'on ne veut gaspiller des projectiles dont le prix est, en définitive, fort considérable. En moyenne, on ne peut guère envoyer qu'un seul coup toutes les deux ou trois minutes; il en résulte qu'une bataille de deux heures consommera, par pièce, de 40 à 60 projectiles. Rarement la lutte durera

plus de deux heures ; au bout de ce temps, ou l'attaque aura réussi, ou on l'aura repoussée. De plus, il faut tenir compte d'une chose : c'est que les vaisseaux cuirassés ne sont approvisionnés qu'à cent coups par pièce et qu'ils ont intérêt à ménager leurs munitions.

En temps de paix, les projectiles seront conservés dans des magasins spéciaux. Les obus en fonte durcie peuvent être tout chargés à l'avance ; quelques obus de cette espèce, qui étaient restés un certain temps sous l'eau, n'avaient subi aucune altération. Pour les obus allongés, il faut avoir soin d'enlever l'appareil de percussion (*Nadelbolzen*) et de boucher l'œil de l'obus avec un tampon ficelé. L'expérience a prouvé que ces appareils de percussion se rouillent très-rapidement.

On fera bien de ne pas graisser les projectiles en temps de paix ; on évitera ainsi une accumulation de cambouis. On recommandera de préparer, pendant le temps de paix, la moitié de l'approvisionnement en gargousses pour les pièces de gros calibre ; il faut songer que la confection de ces munitions est une opération fort longue et qu'au moment de la déclaration de guerre, on ne dispose, dans les premiers jours, que d'un nombre d'hommes très-restreint. Ces gargousses seront conservées dans les magasins du pied de paix (*Friedensmagazinen*) qui se trouvent aux environs des ouvrages ; dans les magasins du pied de guerre (*Kriegsmagazinen*) même les mieux établis, ces munitions éprouveraient, après un an de séjour seulement, de graves détériorations.

On connaît suffisamment la manière dont les projectiles sont empilés dans les magasins ; quant aux gargousses, le mieux est de les renfermer dans des boîtes de zinc. Celles-ci offrent plus d'un avantage : elles facilitent le transport des gargousses du magasin aux bouches à feu qui doivent les tirer ; elles préservent les gargousses qui, sans cela, se déformeraient pendant ce transport ; elles leur permettent d'occuper moins de place dans les maga-

sins qu'avec les caisses ordinaires; enfin, elles empêchent le contact de la poudre avec l'air humide.

Approvisionnement des pièces pendant le tir. — Ce service a présenté jusqu'ici des difficultés qui n'ont été résolues que d'une manière fort peu satisfaisante. Dans l'état actuel, il exige un si grand nombre d'hommes qu'il entraînerait forcément une augmentation notable dans l'effectif de l'artillerie à pied et de l'artillerie de marine, si l'on voulait, en temps de guerre, que toutes les pièces des forts de mer eussent leur nombre réglementaire de servants. Les canons de 24^{c} et de 28^{c} demandent aujourd'hui pour leur service 25 hommes; il en faut 21 pour le canon de 21^{c}. Pour la manœuvre proprement dite de la pièce, il n'est besoin que d'un sous-officier et de 11 hommes; tout le reste est employé au transport des munitions. Il y a là, comme on voit, des modifications à étudier et à prescrire.

Les élévateurs hydrauliques ne remplissent leur objet que d'une façon tout à fait insuffisante. Ces machines réclament l'emploi d'un si grand nombre d'hommes, et la manœuvre de la pompe pour élever la plate-forme du piston est si fatigante, qu'elles ne sauraient être considérées comme d'un emploi véritablement utile au moment du besoin. De plus, elles demandent des réparations continuelles, les garnitures des pompes et des accumulateurs ne restant jamais étanches. Le personnel des ouvriers des dépôts d'artillerie qui ont à surveiller tous ces appareils n'a qu'une habitude professionnelle très-médiocre, et ils éprouvent généralement beaucoup de difficultés pour reconnaître les causes des accidents survenus et pour y remédier. Il faut pour cela des praticiens exercés.

D'après les résultats des dernières expériences, on abandonnera ces élévateurs à presse hydraulique. On construira des magasins à projectiles sous les traverses creuses, et un seul de ces magasins contiendra tout l'approvisionnement, en munitions, des deux pièces placées

à droite et à gauche. Les projectiles seront hissés par des treuils à hauteur des plates-formes.

L'adoption de cette mesure présentera un véritable avantage. Quand le transport des munitions a lieu au moyen d'un chemin de fer établi à la queue des plates-formes, ce chemin de fer ne peut plus fonctionner dès qu'il est, même assez légèrement, atteint par un projectile ennemi; on est obligé d'avoir recours au transport direct à bras d'hommes; il faut alors que les servants aillent chercher les projectiles dans les magasins et, de là, les amènent aux pièces. Avec le canon de 21^{c}, la chose est encore exécutable; avec celui de 24^{c}, elle devient fort difficile; elle est à peu près impossible avec le calibre de 28^{c}.

Ces treuils auraient, il est vrai, un inconvénient : c'est que leur manœuvre demandera un assez grand nombre d'hommes; il en faut pour cela 10 par pièce. Si l'on y ajoute le nombre d'hommes nécessaires pour apporter les gargousses, on voit qu'il ne faut pas songer à faire la moindre économie sur le personnel. De plus, le hissage d'un projectile, surtout de 28^{c}, exige un temps assez considérable.

Comme dernière ressource, on pourrait employer la force de la vapeur pour apporter les projectiles aux pièces; ce serait le seul moyen de ménager les hommes et le temps pour cette branche importante du service. Dans les places de guerre situées sur les côtes, on ne manquera jamais d'ouvriers spéciaux au courant de la manœuvre des machines à vapeur. Tant que l'on conservera les moteurs hydrauliques, on pourrait utiliser de simples locomobiles pour le service des pompes d'accumulateurs. Un seul de ces moteurs, destiné à 5 ou 6 pièces, a exigé jusqu'à présent au moins 30 hommes. Avec une locomobile, il n'en faudrait que 2; ce serait une économie de 4 ou 5 hommes par bouche à feu.

Pour élever les projectiles à partir du terre-plein ou du

chemin de fer, des grues équipées de moufles ne suffisent pas. Si l'on veut amener d'un mouvement continu un projectile de 28c jusqu'à la plate-forme, il est nécessaire d'avoir une grue munie d'un système d'engrenage. Dans ce cas, la même opération ne demandera que 2 hommes au lieu de 6.

Pour faire arriver les gargousses des magasins aux pièces, on n'éprouvera aucune difficulté avec le calibre de 21c, ni même avec le calibre de 24c. Un homme suffit pour transporter chaque gargousse; mais il en faut deux pour celles de 28c, encore ne peuvent-ils aller vite et doivent-ils faire beaucoup d'efforts quand il s'agit de monter le long des rampes. Aussi, pour assurer d'une manière convenable l'approvisionnement de cette pièce pendant le combat, est-il nécessaire de lui assigner au moins 4 hommes pour le transport des gargousses, et encore faut-il relever ces hommes toutes les demi-heures.

Ici nous dirons quelques mots des dispositions qu'on peut prendre pour faciliter ce dernier service. Nous citerons, par exemple, un système de treuils à chaîne, qu'on installera à proximité des magasins à poudre, immédiatement en arrière du terre-plein. L'un des treuils serait placé tout près de la sortie du magasin, l'autre verticalement au-dessus de celui-ci, à 50 centimètres environ plus haut que le terre-plein. Une chaîne sans fin s'enroulerait sur les deux treuils et servirait à communiquer le mouvement de l'un à l'autre.

A quelques-unes des mailles seraient fixés des doubles-crochets servant à faire monter les boîtes à gargousses le long du brin ascendant de la chaîne. Le treuil inférieur serait mis en mouvement par un engrenage qui permettrait de faire agir une force quatre fois moindre que dans le cas où l'effort serait appliqué directement. En supposant qu'il y eût deux hommes pour tourner la manivelle, il pourrait y avoir en même temps à la chaîne au moins quatre gargoussiers pleins et quatre gargoussiers vides.

Dans ces conditions, on arriverait, sans peine pour les hommes, à hisser par minute à peu près quatre boîtes à gargousses sur le terre-plein. Pour accrocher les boîtes pleines et décrocher les boîtes vides, on emploierait en bas deux hommes, deux autres se tiendraient en haut sur un échafaudage assujetti à la crête du terre-plein.

Dans la plupart des forts de mer, les points d'installation de ces treuils seront en général assez rapprochés des pièces pour que les servants viennent eux-mêmes chercher les boîtes à gargousses, et qu'il n'y ait pas besoin de désigner pour cela des servants auxiliaires. Un seul de ces appareils étant disposé pour l'ensemble de 4 pièces du calibre de 28^{c}, et n'exigeant que 6 hommes pour sa manœuvre, il en résultera, pour les 4 pièces, une économie de 10 hommes.

Armement en vue d'une attaque du côté de la terre. — Les forts de mer n'auront besoin, dans la plupart des cas, que d'un armement de sûreté, disposé en vue de repousser une attaque de vive force. L'organisation défensive ne devra être plus complète que lorsque les ouvrages serviront à protéger en même temps les établissements de la marine contre une attaque entreprise du côté de la terre. Si les établissements placés en arrière d'un port fortifié ne le sont pas eux-mêmes, l'ennemi ne tentera jamais d'offensive sérieuse contre les ouvrages qui gardent l'entrée du port, mais, tout en occupant ceux-ci par une lutte avec sa flotte, il marchera le plus directement possible sur les établissements. Pour faire une attaque en règle, l'ennemi devra disposer d'un parc de siége ; ce parc, il faudra le mettre à terre et, pour cela, effectuer un débarquement d'une certaine importance. Or, cette opération ne sera possible que si la côte est complétement dégarnie de défenseurs. En pareil cas, il serait bien inutile d'attaquer des fortifications ; mieux vaut évidemment pour l'ennemi, marcher droit sur son objectif principal. Il n'entreprendra aussi que rarement une attaque de vive force combinée

avec l'action d'un grand nombre de canons de campagne ou de débarquement. En résumé, les forts de mer ne sont guère exposés qu'à des surprises, et c'est à ces sortes d'éventualités qu'il s'agit impérieusement de parer, non-seulement par une fortification bien organisée, mais aussi par une dotation convenable des ouvrages en bouches à feu.

Les pièces qu'on installera en vue de cet objet seront à la fois puissantes et commodes à manœuvrer; elles devront n'exiger qu'un petit nombre d'hommes pour les servir, car on sait combien les autres pièces, celles de côte proprement dites, absorbent de personnel. Ainsi l'on utilisera le canon de 9^{c} sur affût de place modèle 1864. On peut mettre un assez grand nombre de ces canons sur le terre-plein, pour que toute la zone exposée aux tentatives de l'ennemi soit complétement couverte par leurs feux.

Si l'ennemi essaie une attaque de ce genre, il est probable qu'il n'amènera pas avec lui d'artillerie. Aussi n'y a-t-il pas lieu de faire figurer dans l'armement de l'ouvrage le canon de 12^{c}. Ces sortes de pièces seront tenues en réserve et n'interviendront que dans le cas où l'ennemi appuierait sa tentative par le feu de quelques canons de campagne ou de débarquement qu'il ferait tirer derrière quelques légers abris.

Le canon de 15^{c} n'est pas une pièce qui convienne dans l'armement d'un fort maritime, en vue d'une attaque venant du côté de la terre. Mais comme il en existe un grand nombre dans les approvisionnements, ils pourront trouver leur emploi comme pièces de réserve dans les batteries armées de gros canons de côte. Quant à ceux-ci, on sait combien le prix en est élevé; le nombre en est trop restreint pour qu'on puisse en attribuer à la réserve.

Le canon de 9^{c} sera bon pour flanquer les fossés. On doit faire des expériences pour savoir si la mitrailleuse est préférable.

Armement permanent des ouvrages. — Toutes les pièces dis-

posées en vue des attaques venant de la mer doivent être à leur place même pendant la paix. Les appareils de culasse et tous les accessoires seront tenus prêts dans les casemates du fort; les canons destinés au flanquement des fossés, seront installés dans les caponnières. Autant que possible, tout le matériel d'artillerie destiné à repousser les attaques du côté de la terre devra toujours être prêt.

L'ouvrage lui-même peut ainsi être mis en état de défense dans un intervalle de 12 heures après la déclaration de guerre. Aucune difficulté ne peut s'opposer à cette opération, qu'il est absolument indispensable de pousser très-rapidement pour les forts des côtes.

Mesures à prendre pour compléter le personnel d'artillerie. — Les grosses pièces exigent, dans les conditions actuelles, un si grand nombre d'hommes, qu'il est extrêmement difficile de se procurer le personnel de canonniers indispensables au service de notre artillerie de côte. A la vérité, il est très-rare que toutes les pièces d'un fort de mer soient appelées à tirer à la fois ; néanmoins, il serait déraisonnable de n'assigner aucun servant à certaines pièces, sous prétexte qu'elles ont de grandes chances de ne pas entrer en action. Si un fort de mer lutte pendant plusieurs heures, ses lignes les plus avancées subissent d'ordinaire des pertes notables. Il faut donc trouver quelque part les moyens d'y faire face. Pour la même raison, dans les états annexés au plan d'armement, on n'oubliera pas de faire entrer les hommes réglementairement nécessaires au service des pièces établies en vue d'une attaque venant de la terre. Cette condition s'impose d'autant plus, que l'ennemi combinera toujours une attaque avec l'autre.

Nous ne conseillerons pas de recourir à des auxiliaires d'infanterie ; ces hommes ne sont nullement au courant des détails relatifs aux charges et aux projectiles des différents calibres. Il peut en résulter, au moment du feu, des confusions regrettables.

On n'emploiera, pour le service proprement dit des pièces, que les 2/3 du personnel ; le 1/3 restant sera utilisé dans les magasins. Il fera l'apprentissage, en ce qui concerne les munitions et les artifices de toutes sortes, des hommes d'*augmentation* nouvellement arrivés. L'artillerie de côte est toujours dans l'état de transition, et pendant longtemps encore elle subira des modifications continuelles. Des hommes, qui seront restés deux ou trois ans dans la réserve, ne se remettront pas vite au courant du service. On manque surtout d'officiers et de sous-officiers instruits, et cette lacune doit être particulièrement sensible : on a fort peu de temps, d'après les prescriptions réglementaires, pour les instructions préparatoires, car l'artillerie de côte doit être déjà en pleine activité, lorsque l'armée de terre est encore en train de se mobiliser.

Toutes les grosses pièces en batterie sur les fronts de mer seront sous le commandement de sous-officiers appartenant aux cadres du pied de paix. Le tir réel de ces canons exige des précautions minutieuses ; on ne saurait donc avoir des chefs de pièces trop expérimentés, si l'on ne veut courir le risque de voir tout ce matériel, au bout de quelques coups, hors d'état de tirer.

Les officiers des compagnies principales (*Stammcompagnieen*) seront désignés pour commander soit les ouvrages eux-mêmes, soit les fronts de mer. On assignera aux officiers de la réserve et de la landwehr les fronts de terre et les lignes les moins importantes. En pareil cas, il faudra faire bon marché du rang d'ancienneté. Même parmi les officiers appartenant à l'artillerie à pied de l'armée de terre, il y en aura beaucoup qui n'auront vu ni un canon de côte, ni un vaisseau cuirasssé : ils auraient besoin, en conséquence, de beaucoup de temps avant d'être au courant du service de l'artillerie de côte.

On doit exiger d'un officier d'artillerie de côte qu'il connaisse l'effet des bouches à feu, la manière de les tirer, les machines employées aux manœuvres de force, l'usage

des télémètres, les dispositions générales d'un vaisseau cuirassé, ses parties faibles et ses parties fortes, la configuration du fond, les limites de l'espace navigable en avant des ouvrages, etc., etc. Pour tout cela, il faut de l'étude et du temps.

Jusqu'ici l'artillerie de marine est la seule troupe qui ait été assez exercée au service des pièces de côte pour être en état, dans le cas d'une attaque contre le littoral allemand, de remplir sa mission d'une manière convenable. Si l'on arrive à constituer, dans notre armée de terre, une artillerie spéciale pour les côtes, nous n'aurons plus rien à redouter des flottes ennemies.

Extrait du *Marine-Verordnungs-Blatt*,

Traduit par J. B. V. Lefèvre, capitaine d'artillerie.

NOTE SUR UN NOUVEAU MODE DE TREMPE DE L'ACIER

ET SUR LA RÉGÉNÉRATION DU FER BRULÉ.

(Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 13 octobre 1873.)

Trempe de l'acier. — Une pièce d'acier est généralement trempée, puis recuite plus ou moins, suivant la dureté et l'élasticité qu'on désire lui donner. La trempe *sèche*, comme on la pratique ordinairement, c'est-à-dire la trempe du métal rouge dans l'eau froide, a l'inconvénient grave de développer fréquemment des fentes et des criques nuisibles à la résistance de la matière. Le recuit donné ensuite ne peut faire disparaître ces défauts ; plus tard, à l'usage, ces fissures, invisibles d'abord, augmentent peu à peu et finissent par amener une rupture préjudiciable. Il a déjà été reconnu que, pour obvier en partie à un tel danger, il était préférable de tremper l'acier un peu moins dur, sauf ensuite à recuire plus faiblement. Ainsi, un ressort porté au rouge, trempé dans l'eau froide et recuit à l'huile flambante, possède la même élasticité qu'un ressort semblable trempé à l'huile froide (trempe plus faible que la première) et recuit à l'huile fumante (recuit plus faible que le précédent) ; seulement la dernière méthode est plus avantageuse en ce sens qu'on a moins à craindre les criques provoquées par un refroidissement trop rapide du métal. Voulant aller plus loin, je me suis demandé s'il était vraiment nécessaire de commencer par durcir l'acier outre mesure, pour revenir ensuite en arrière et l'adoucir au moyen d'une deuxième opération. En conséquence, j'ai cherché une trempe dont la douceur écartât, autant que possible, les chances de criques et produisît toutefois sur l'acier, *en une seule opération*, les effets de la trempe et du recuit combinés.

J'y suis arrivé très-simplement en échauffant l'eau dans laquelle le métal porté au rouge est immergé ; une tem-

pérature de 55° environ m'a suffi pour donner aux ressorts mentionnés ci-dessus (ressorts de fusils à aiguille), l'élasticité et la résistance correspondant à la meilleure trempe suivie du recuit approprié.

Nécessairement, la température de l'eau varie avec les dimensions de la pièce et l'usage auquel elle est destinée. Le degré de chaleur du bain est facile à déterminer par des tâtonnements préalables.

La trempe à l'eau très-chaude, et mieux bouillante, modifie singulièrement l'acier doux contenant de 2 à 4 millièmes de carbone ; elle en augmente la ténacité et l'élasticité sans en altérer sensiblement la douceur ; le grain change de nature et souvent la cassure devient nerveuse, de grenue ou cristalline qu'elle était auparavant.

Régénération du fer brûlé. — Dans une communication faite à l'Académie dans la séance du 4 mars 1872, j'ai démontré que la texture cristalline présentée par la cassure de certaines pièces de fer, n'était due ni à l'action du froid, ni à celle de vibrations prolongées, mais qu'elle préexistait dans le métal avant sa mise en service.

D'après mes expériences, cette conformation particulière résulterait d'un forgeage incomplet laissant encore le métal *brûlé*, c'est-à-dire cristallin et cassant. J'annonçais, en outre, qu'il était possible de rendre au fer ainsi détérioré la texture nerveuse ou la ténacité qu'il aurait eue si les opérations du forgeage avaient été bien conduites, et cela sans avoir recours, comme on le fait quelquefois, à un nouveau martelage qui entraîne une perte de temps, de métal et souvent le rebut de la pièce elle-même.

Le moyen que j'emploie pour régénérer le fer brûlé, est également une trempe du métal rouge dans un liquide chaud. Je me bornerai à citer ici une seule expérience, qui suffira, je le pense, pour permettre d'apprécier et de vérifier au besoin les effets que je viens d'annoncer.

Une barre de fer rond du Berry, de trois centimètres de

diamètre, facile à replier à froid sur elle-même, sans cassure, fente ou gerçure, a été *brûlée,* c'est-à-dire chauffée de telle façon que, prise dans un étau, elle a pu être rompue à froid *sans plier sensiblement.* La cassure était parsemée de facettes brillantes de plusieurs millimètres carrés.

D'un autre côté, une dissolution bouillante saturée de sel marin ordinaire avait été préparée ; un morceau de la barre de fer brûlée, chauffé au rouge vif, a été plongé dans ce liquide pendant le temps nécessaire pour ramener le métal à la température du bain (110° environ). Il se produit alors un phénomène assez curieux : aussitôt plongé dans la solution saline, le métal rouge se couvre d'une couche de sel blanc qui l'isole du liquide, et contribue assurément à ralentir le refroidissement. Le morceau de fer ainsi trempé a pu être replié sur lui-même à froid comme l'avait été la barre avant d'être brûlée ([1]).

Ainsi, la trempe à l'eau bouillante saturée de sel permet de régénérer *le fer brûlé.*

Il est donc acquis désormais qu'il y aura toujours intérêt à faire subir cette opération aux pièces de forge terminées ; bien travaillées, la trempe ne leur causera aucun dommage ; si, au contraire, elles ont subi des chaudes trop fortes ou trop longtemps prolongées, elle leur donnera les qualités qu'un bon forgeage eût fait ressortir. Il en sera de même pour l'acier.

Il est certain qu'il existe d'autres liquides et d'autres dissolutions qui donneraient les mêmes résultats en les employant comme la solution saline, mais j'ai cité seulement celle-ci, parce qu'elle me paraît la plus économique et en même temps la plus facile à se procurer.

CARON,
lieutenant-colonel d'artillerie.

([1]) L'eau pure à l'ébullition peut être employée aussi, mais ses effets sont moins accentués.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Die Entwickelung der Feld-Artillerie, in Bezug auf Material, Organisation und Taktik, von 1815 *bis* 1870, von H. Müller, Major à la suite des badischen Fuss-Artillerie-Bataillons Nr. 14; Adjutant der General-Inspection der Artillerie. — (Berlin, Robert Oppenheim.)

Cet ouvrage est une étude historique, fort intéressante, des progrès réalisés par l'artillerie de campagne, depuis le commencement du siècle jusqu'en 1870, au point de vue du matériel, de l'organisation et de la tactique. Laissant de côté les détails, l'auteur s'est surtout attaché à faire ressortir les principes qui ont, à diverses époques, guidé les principales puissances de l'Europe dans le choix de leur matériel de campagne et dans l'organisation du personnel. Il met en évidence les causes qui ont motivé les transformations survenues dans l'armement de l'artillerie, et indique de quelle façon ces changements se sont opérés. Il étudie l'emploi de l'artillerie sur le champ de bataille pendant les guerres qui ont eu lieu dans le courant du siècle, et fait voir de quelle manière, après chaque campagne, on a su tirer parti de l'expérience acquise, comment, en un mot, on est arrivé, de progrès en progrès, à faire de l'artillerie ce qu'elle est aujourd'hui. L'auteur cite, du reste, à l'appui de ses assertions, de nombreux passages des meilleurs écrivains militaires.

L'ouvrage est divisé en cinq parties. La première s'étend de 1815 à 1850; pendant ce long espace de temps il n'existe que des canons lisses. La deuxième comprend la période de transition de 1850 à 1860, période pendant laquelle l'artillerie s'efforce de mettre au jour un nouveau canon lisse qui lui permette de reconquérir l'avantage que lui a fait perdre l'invention du fusil rayé; elle s'occupe en même temps d'appliquer aux bouches à feu le principe qui a présidé à la transformation des armes portatives; toutefois les pièces rayées n'ont pas encore fait leur appa-

rition. Dans la troisième période, de 1860 à 1866, les différentes puissances, à l'exemple de la France, s'empressent d'adopter l'artillerie rayée. La quatrième période, de 1866 à 1870, commence après la guerre de 1866 où, pour la première fois, on voit figurer en grand nombre les pièces rayées sur les champs de bataille. A la même époque, la lutte s'engage sérieusement entre le bronze et l'acier, entre le chargement par la bouche et le chargement par la culasse. Enfin, dans la cinquième partie, l'auteur donne un aperçu rapide de l'armement de l'artillerie à l'époque de la guerre de 1870-71, des résultats obtenus par elle pendant cette campagne, et termine en indiquant dans quel sens les études devront, à l'avenir, être dirigées. Les deux derniers chapitres surtout sont remarquables.

L'ouvrage contient, en outre, un grand nombre de tableaux bons à consulter; en particulier, les renseignements sur l'artillerie prussienne ont tous été puisés à des sources officielles.

En résumé, ce livre, écrit avec méthode, se recommande à l'attention de tous ceux qui voudront se rendre un compte exact des progrès réalisés par l'artillerie dans le courant de ce siècle.

Le gérant : CH. NORBERG.

L'ARTILLERIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

MATÉRIEL KRUPP

CANONS DE COTE ET DE MARINE

(Extrait du Rapport adressé au Ministre de la guerre par les capitaines JOUART et HUTER à la suite de leur mission à Vienne.)

CANON DE 30c 1/2 SUR AFFUT DE COTE.

(Pl. V et VI.)

Les augmentations données successivement à l'épaisseur des cuirasses des navires et l'insuffisance du canon de 28c aux distances un peu considérables, ont conduit M. Krupp à construire des canons de 30c 1/2 (12 pouces), assez puissants pour perforer, aux grandes distances, les plaques les plus épaisses actuellement en usage. La bouche à feu de ce calibre qui figure à l'Exposition est l'une des deux qui ont été fabriquées à Essen au commencement de 1872, l'autre était destinée aux expériences de tir.

Bouche à feu. — Le tube d'acier qui forme le corps du canon est renforcé par une triple couche de frettes; l'une des frettes porte les tourillons. La fermeture est à coin cylindro-prismatique, avec anneau obturateur Broadwell; la lumière est percée suivant l'axe de la pièce, à travers le coin, qui est muni d'un grain de lumière en acier avec garniture en cuivre.

Au lieu d'une boîte de chargement (*Ladebüchse*), on se sert d'un auget (*Ladeschaale*), qui remplit le même objet et qui est beaucoup plus léger.

La pièce a deux lignes de mire latérales, l'une à droite, l'autre à gauche; les hausses sont graduées en degrés.

L'axe de la chambre et celui de la partie rayée de l'âme ne sont pas dans le prolongement l'un de l'autre; le premier est un peu au-dessus du second, de manière que le projectile soit centré au départ.

Le tableau suivant fait connaître les dimensions principales de la bouche à feu :

Diamètre de l'âme	dans les cloisons	305mm
	dans les rayures	312
Diamètre de la chambre.		315
Longueur totale de la bouche à feu (22 calibres)		6 700
Id.	de l'âme (environ 19 calibres).	5 770
Id.	de la partie rayée.	4 390
Id.	de la chambre (y compris le raccordement avec la partie rayée)	1 380
Rayures (parallèles)	Nombre.	72
	Profondeur.	3mm,5
	Largeur.	8mm,8
	Pas (constant) (71 1/2 cal.)	21m,79
Largeur des cloisons.		4mm,5
Diamètre extérieur de la pièce	à l'emplacement du coin . .	980mm
	à hauteur de la chambre . .	1320
	à la bouche	498
Poids de la bouche à feu (y compris le mécanisme de culasse).		36 600k
Prépondérance de culasse.		0

Munitions. — Les projectiles destinés au canon de 30c 1/2 sont de trois espèces : obus en acier, obus en fonte durcie, obus allongé en fonte (*Langgranate*); ils sont revêtus d'une chemise mince de plomb soudée chimiquement.

Dimensions et poids des projectiles.

	OBUS en acier.	OBUS en fonte durcie.	OBUS allongé (*Langgranate*).
Hauteur de l'obus (non compris la vis du culot) (2 1/2 calibres environ)..... mm	760	760	762
Diamètre de l'obus, mesuré sur les bourrelets.....	312	312	312
Poids du noyau de fer..... kil	267,3	278	219,2
Poids de la chemise de plomb.....	21,7	21,7	23
Poids de la charge explosive	7,0	3,3	14,8
Poids du projectile chargé	296	303	257
Charge de tir (poudre prismatique)	60	60	50
Vitesse initiale ..... m.	460	460	465

La densité de la poudre prismatique en usage varie

entre 1,70 et 1,76. La gargousse, de 60 kil., contient 1 424 ou 1 425 prismes disposés sur 33 couches, dont 32 de 44, et une de 16 ou 17 prismes; la longueur de la gargousse est de $0^m,85$.

Affût. — L'affût qui porte le canon de $30^c\ ^1/_2$ est muni d'un frein hydraulique destiné à limiter le recul, et d'un dispositif pour ramener automatiquement la pièce en batterie après chaque coup (*Selbstthätiges Ausrennen*). Il est monté sur un grand châssis permettant de tirer par-dessus un épaulement de $1^m,90$ de hauteur, l'axe de la bouche à feu étant à $2^m,380$ au-dessus de la plate-forme.

Ses formes générales sont les mêmes que celles des affûts de côte prussiens des autres calibres. Il se compose de deux flasques avec trois entretoises en tôle; deux de ces entretoises sont verticales et échancrées pour le passage de la pièce; la troisième est horizontale et forme le dessous de l'affût; c'est à la partie antérieure de cette entretoise qu'est fixée la tige du piston du frein hydraulique.

Chaque flasque est formé de deux plaques en tôle réunies entre elles au moyen de nombreux rivets, par l'intermédiaire d'un fer en U qui en maintient l'écartement et qui règne sur tout leur pourtour. Entre ces plaques sont installés, à l'avant et à l'arrière, les galets qui servent aux mouvements de l'affût sur le châssis. Lorsque la pièce est en batterie, c'est par la tôle de fond, et non par les galets, que se fait l'appui; et pour que les galets postérieurs viennent au contact du châssis, il faut que la queue de l'affût soit soulevée.

Les galets postérieurs sont montés sur des axes excentriques et munis, extérieurement aux flasques, de douilles en bronze destinées à recevoir des leviers; c'est sur ces leviers qu'on agit quand on veut faire porter les galets et soulever la queue de l'affût.

Le dispositif à l'aide duquel on donne l'angle de tir se compose d'engrenages fixés sur les flasques, et de deux arcs dentés, en fer, reliés à la bouche à feu. La frette pos-

térieure est réunie, de chaque côté, au moyen d'une plaque à tourillon, à l'arc denté qui engrène avec un pignon placé à l'intérieur des flasques, et s'appuie par sa face concave contre un galet en bronze. Le centre des arcs dentés est sur l'axe des tourillons de la pièce. Extérieurement à chaque flasque sont fixés deux roues dentées et deux pignons : l'arbre qui commande ces engrenages traverse de part en part les deux flasques et se termine extérieurement par une manivelle à six branches, à laquelle on imprime le mouvement. Une vis de frein permet de maintenir la pièce dans une position invariable, une fois qu'elle est pointée. Les limites des angles de tir que l'on peut donner à la bouche à feu sont de 17° au-dessus de l'horizon et de 7° au-dessous.

Sur la partie postérieure de la tôle de fond sont fixées, par des rivets, quatre tôles de champ, renforcées par des cornières, qui viennent heurter les tampons de choc postérieurs du châssis quand la pièce a un recul trop considérable. A la partie antérieure de l'affût, une plaque de tôle remplit le même objet pour les tampons de devant du châssis.

Enfin, vers la queue de l'affût et extérieurement aux flasques sont fixées deux plaques à anneaux auxquelles on accroche les palans qui servent à mettre la pièce hors de batterie.

Le châssis, qui se compose de deux côtés en fer, à cornières, réunis en avant et en arrière par des entretoises, repose sur deux paires de roulettes en acier fondu, qui se meuvent sur des rails circulaires, et dont les axes sont engagés dans de fortes chapes en fer forgé, fixées sous le châssis. Une sellette en fonte porte la cheville ouvrière, qui est embrassée par la lunette, pièce de fer reliée à charnière au devant du châssis, au moyen d'un boulon horizontal.

Entre les côtés du châssis et dans une direction parallèle se trouve le cylindre du frein hydraulique, en acier fondu,

solidement fixé à l'entretoise de derrière; il peut contenir 74 litres de glycérine. Le piston qui se meut dans le cylindre est percé de 4 trous d'un diamètre de $19^{mm},5$, par lesquels la glycérine peut passer en avant et en arrière du piston, suivant le mouvement de celui-ci. L'extrémité antérieure de la tige du piston est filetée et reliée, au moyen de deux forts boulons, à un appendice de la tôle de fond de l'affût.

Le dispositif pour ramener automatiquement la pièce en batterie se compose de deux rails formant coin, assujettis au moyen de vis sur la partie postérieure des côtés du châssis. Quand la pièce recule, les galets postérieurs de l'affût montent sur ces coins, la queue de l'affût est ainsi soulevée, et les galets de devant portent sur le châssis; le mouvement de recul consiste donc en un roulement, excepté dans le premier instant, où il y a glissement. L'affût remonte le long du châssis et s'arrête lorsque le travail résistant dû à l'écoulement de la glycérine dans le cylindre, ajouté au travail dû à l'élévation du système de la pièce et de l'affût, fait équilibre à la force vive du recul. L'affût tend ensuite à redescendre sur ses galets par suite de l'inclinaison des côtés du châssis (4°), et à se remettre de lui-même en batterie; l'écoulement de la glycérine en sens inverse modère la vitesse de descente; comme cette vitesse est faible, l'écoulement de la glycérine n'oppose qu'une résistance très-petite au mouvement. Lorsque les galets postérieurs de l'affût ont quitté les rails-coins, l'affût reprend appui sur le châssis par la tôle de fond. Quatre tampons, formés de rondelles de caoutchouc et de rondelles de fer, sont fixés à la partie postérieure du châssis et servent, dans le cas où le frein aurait été mal réglé, à arrêter le mouvement de recul en amortissant le choc. Quatre tampons analogues sont placés à la partie antérieure du châssis et arrêtent l'affût quand il se remet en batterie.

Si l'on a besoin de mettre hors de batterie, ce qui n'ar-

rive que rarement avec un canon se chargeant par la culasse, on installe des palans de chaque côté du châssis. Aux anneaux de la queue des flasques on accroche une poulie enchâssée, *p*, et, sur des supports en fer fixés vers l'extrémité postérieure du châssis, on établit un système de roues dentées composé de la manière suivante : un pignon *a*, avec manivelle, engrène avec une roue dentée A, qui communique le mouvement par l'intermédiaire d'un autre pignon à une deuxième roue B ; les arbres sur lesquels sont montés la roue B et le premier pignon *a*, sont concentriques mais indépendants l'un de l'autre ; deux poulies, P et P′, de diamètres un peu différents, sont fixées sur l'arbre de la roue dentée B, et tournent avec celle-ci, en fonctionnant comme un treuil différentiel. Un cordage attaché par une de ses extrémités à la chape de la poulie mobile, passe sur la petite poulie P′, puis dans la poulie mobile, enfin sur la grande poulie P, et se termine par un brin libre. On peut ainsi, sans déployer trop de force, mettre hors de batterie la masse énorme de la bouche et de l'affût, plus de 42 000 kil.

A la queue du châssis est établi l'appareil qui permet de déplacer la pièce latéralement pour le pointage en direction (Pl. VI). Cet appareil se compose de deux pignons *m* munis de fortes manivelles et engrenant avec une roue dentée N qui transmet le mouvement par le pignon *n* à la roue L. Sur l'arbre de cette roue est montée la poulie R, sur laquelle s'enroule une chaîne dont chaque brin passe dans une petite poulie verticale S et sur un galet horizontal *g*, et dont les extrémités sont solidement scellées dans la plate-forme. Tout le système des pignons, des roues dentées, des poulies et des galets, est lié invariablement au châssis ; en agissant sur les manivelles, on communique le mouvement à la poulie R ; la chaîne étant fixe, cette poulie se déplace donc le long de la chaîne et avec elle tout le châssis.

La partie du châssis qui se trouve en arrière de l'affût

en batterie, est recouverte de madriers formant une sorte de pont pour la manœuvre de la pièce. Latéralement et par derrière, d'autres madriers, formant marchepied et fixés sur des supports en fer, permettent aux servants de monter sur le châssis.

Extérieurement au côté droit du châssis est installée la grue monte-projectile, qui se compose d'un montant courbe en fer forgé, maintenu par un palier et pouvant tourner dans une crapaudine; ce mouvement de rotation s'obtient à l'aide d'une roue solidaire de la grue et percée de trous dans lesquels on engage un levier en fer. A côté du montant de la grue est fixé un treuil avec roue dentée, pignon, déclic et manivelle; sur ce treuil s'enroule un cordage qui passe dans deux poulies et se termine par un anneau auquel on accroche le porte-projectile à roulettes, comme le montre la figure. La poulie inférieure est placée de telle façon que le cordage ne subisse ni allongement ni raccourcissement quand on fait tourner la grue.

Le poids total de l'affût et du châssis est de 21 000 kilogrammes, dont 5650 kilog. pour l'affût et 15350 kilog. pour le châssis.

La sellette en fonte qui porte la cheville ouvrière est boulonnée sur la plate-forme en maçonnerie; les voies circulaires en fer forgé sont fixées par des vis, celle de devant sur la base de la sellette, celle de derrière sur une semelle en fonte encastrée dans la maçonnerie de la plate-forme.

Expériences. — Les expériences auxquelles a été soumise une pièce de 30c ½, exactement semblable à celle qui figure à l'Exposition, ont fait l'objet d'un article du *Marine-Verordnungs-Blatt* (Beiheft, n° 4, avril 1873), qui a été traduit par la *Revue militaire de l'étranger* (n° 98, 6 mai 1873). Des détails très-complets sur ces expériences se trouvent aussi dans le recueil: *Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine* (n° 23, août 1873). On ne reproduira ici que quelques-uns des résultats les plus intéressants de ces essais.

Après un tir de 230 coups, la pièce ne présentait aucune dégradation, sauf de légères érosions dans la chambre. Ces 230 coups avaient été tirés avec des projectiles massifs en fonte d'un poids variant entre 301 et 305 kil., aux charges suivantes :

5	coups à la charge de	20 kilog.
7	—	40
6	—	50
207	—	60
5	—	65

Le même appareil de fermeture et le même obturateur servirent pendant toute la durée des expériences ; un seul homme manœuvrait facilement le coin, ce n'est que très-rarement qu'on fut obligé de recourir à la *clef de manœuvre* pour fermer ou ouvrir la culasse. A l'aide de la grue, deux hommes montaient rapidement le projectile à hauteur de l'ouverture de chargement. Un seul homme suffisait pour donner les degrés; deux hommes (un de chaque côté de l'affût) pouvaient, en 16 $^1/_2$ secondes, faire varier l'angle depuis 17° au-dessus de l'horizon jusqu'à 7° au-dessous (limites extrêmes de l'angle de tir); pour l'opération inverse, il ne fallait que 11 secondes.

Pour le pointage latéral, deux servants (un à chaque manivelle) manœuvraient les engrenages ; un seul aurait suffi à la rigueur.

L'affût et le châssis supportèrent bien le tir; le biseau antérieur des rails-coins du châssis avait seul été légèrement écrasé, mais le fonctionnement n'en fut pas dérangé. Le frein hydraulique contenant 70 litres de glycérine, se comporta très-bien et limita le recul à $1^m,50$ pour la charge de 60 kilog. L'appareil pour remettre automatiquement la pièce en batterie ne fonctionna pas toujours de la même manière pendant toute la durée des expériences ; dans les premiers jours, l'affût revenait heurter les tampons de devant en les comprimant de 25 à 40^{mm}; plus tard, il s'arrêta un peu en arrière de ces tampons (à

80^{mm} au maximum), mais il n'en résulta jamais la moindre difficulté pour le service de la pièce.

L'obus en acier, tiré à la charge de 60 kilog., a une vitesse initiale de 460 mètres et une force vive de 3 270 tonnes-mètres, ce qui correspond à 4$^{t\text{-}m}$,47 par centimètre carré de section, ou à 34$^{t\text{-}m}$,1 par centimètre de circonférence. Dans ces conditions, on peut supposer que le canon de 30^{c} $^{1}/_{2}$ est capable de percer, à une distance de 150 mètres, des plaques de 14 pouces (355^{mm}) d'épaisseur.

OBUSIER DE 28^{c} SUR AFFUT DE COTE.

(Pl. VI, fig. 1, 2, 3.)

L'obusier de 28^{c} est destiné, comme le canon de 30^{c} $^{1}/_{2}$, à la défense des côtes; mais il doit être employé spécialement dans le tir vertical contre le pont des navires, ce qui le fait quelquefois désigner sous le nom de mortier de 28^{c}. Il est en acier fondu, avec une double couche de frettes en acier; son mécanisme de culasse est tout à fait semblable à celui du canon de 30^{c} $^{1}/_{2}$. Le tableau suivant fait connaître les principales données relatives à la bouche à feu et à son projectile :

Calibre.		280^{mm}
Longueur totale de la bouche à feu.		3 200
— de l'âme (9 calibres). . .		2 520
Rayures parallèles.	Nombre	72
	Pas (constant) (40 calib.).	11^{m},20
	Largeur.	7^{mm},7
Largeur des cloisons		4^{mm},5
Poids total (avec le mécanisme de fermeture).		10 000^{k}
Prépondérance de culasse.		0
Poids de l'obus allongé (*Langgranate*) avec la charge explosive		199^{k}
Charge de tir maxima		20

Affût. — Les différences qui existent entre l'affût de l'obusier de 28^{c} et celui du canon de 30^{c} $^{1}/_{2}$ sont imposées

par le genre de tir auquel est destinée la première de ces bouches à feu : comme elle doit tirer sous de très-grands angles pouvant atteindre 75°, on a dû faire reposer le châssis sur la plate-forme, non plus seulement par 4 roulettes mais par sa face inférieure tout entière, afin de répartir les percussions sur une surface plus grande. Le châssis étant tenu ainsi très-bas, on a donné un peu plus de hauteur aux flasques pour arriver à élever l'axe des tourillons à $1^{m},675$ au-dessus de la plate-forme.

Les formes générales des deux affûts de 28^{c} et de $30^{c}\,{}^{1}/_{2}$ sont les mêmes : dispositif pour ramener la pièce automatiquement en batterie, grue monte-projectile, porte-projectile à roulettes, auget de chargement, frein hydraulique, tampons de choc, palans pour mettre hors de batterie, appareil pour le pointage latéral, tous ces éléments sont presque absolument semblables dans les deux affûts, dont on ne signalera ici que les différences de construction.

L'appareil de pointage se compose d'un seul arc denté en fer, réuni à la bouche à feu par ses deux extrémités, d'un côté sous la première frette, de l'autre sous la dernière, par l'intermédiaire de pièces en fer fixées au canon par des vis. Cet arc, situé dans le plan médian de l'affût, engrène avec un pignon monté sur un arbre horizontal aux extrémités duquel sont deux roues dentées, intérieures aux flasques ; chacune de ces roues engrène avec un pignon sur l'arbre duquel est monté, extérieurement aux flasques, une manivelle à 6 branches. Le même arbre porte un écrou de frein, avec 2 oreilles, destiné à fixer la pièce dans sa position après le pointage. Un doigt en fer, dont est muni l'arc denté à sa partie antérieure, limite l'inclinaison de la pièce au-dessous de l'horizon (5°), en venant buter contre l'entretoise de devant de l'affût. Pour charger l'obusier, on le ramène toujours dans cette position.

La tranche du tourillon gauche porte une aiguille en

laiton qui marque l'inclinaison de la pièce sur un limbe en laiton, fixé au flasque et gradué de — 5° à + 75°.

Les galets postérieurs de l'affût sont montés excentriquement sur un essieu traversant les deux flasques.

Le châssis repose par sa surface inférieure sur 3 bandes circulaires en fer fixées sur la plate-forme, et ayant pour centre la cheville ouvrière. Celle-ci est engagée dans une lunette qui se trouve sur l'entretoise de devant du châssis. Pour le pointage de la bouche à feu en direction, le châssis est muni, à ses extrémités, de 4 roulettes, celles de derrière montées sur des axes excentriques et munies de douilles à levier; les roulettes ne sont pas d'habitude en contact avec la plate-forme, mais si l'on agit sur celles de derrière avec des leviers engagés dans les douilles, on soulève la queue du châssis en mettant en prise les 4 roulettes, et l'on peut faire tourner le châssis autour de la cheville ouvrière; la plate-forme présente deux voies circulaires destinées aux roulettes du châssis.

L'appareil qui sert à donner les déplacements angulaires à la bouche à feu est le même que dans l'affût de 30c ½, seulement les deux pignons à manivelle sont remplacés par une vis sans fin horizontale, avec deux manivelles, engrenant directement avec la grande roue dentée.

Les palans qu'on peut installer sur les côtés du châssis pour mettre hors de batterie, ne diffèrent que très-peu de ceux employés pour la pièce de 30c ½; la figure en fait comprendre le jeu.

L'affût et le châssis pèsent ensemble 9220 kilog.; avec la bouche à feu, le poids total du système est de 19220 kilog.

CANON DE MARINE DE 26c COURT, SUR AFFUT.

(Pl. VII, fig. 4, 5, 6.)

Ce canon, destiné à armer les batteries centrales des vaisseaux cuirassés, est renforcé par une double couche de frettes.

Calibre		260^{mm}
Longueur totale de la pièce		5 200
Longueur de l'âme (17 calibres)		4 420
Rayures (parallèles).	Nombre	64
	Largeur	$8^{mm},5$
	Profondeur	$3^{mm},2$
	Pas (constant). (70 calibres.)	$18^{m},2$
Largeur des cloisons		$4^{mm},25$
Poids de la pièce (y compris le mécanisme de culasse)		$18\,000^{k}$
Prépondérance de culasse		0

Les projectiles que lance le canon de 26^{c} sont de deux espèces, obus en acier et obus allongé en fonte (*Langgranate*).

	Obus en acier.	Obus allongé en fonte.
Poids de l'obus chargé	184^{k}	159^{k}
Charge de tir (poudre prismatique)	37 ,5	30
Vitesse initiale	450^{m}	450^{m}
Charge explosive de l'obus	4^{k}	$9^{k},2$

Affût. — L'affût, en tôle, est monté sur un châssis bas élevant l'axe de la pièce à $1^{m},220$ au-dessus du pont ; il est muni, comme les affûts de côte, d'un frein hydraulique, et d'un dispositif pour ramener automatiquement la pièce en batterie.

Le frein hydraulique présente une disposition tout à fait spéciale ; la tige du piston est reliée à la cheville ouvrière autour de laquelle elle peut tourner. Le cylindre du frein est porté par l'affût et muni d'un tuyau latéral de communication permettant à la glycérine, qui s'écoule sous l'action du piston, de rentrer dans le cylindre par l'extrémité opposée; une valve de réglage est adaptée au tuyau latéral et peut se manœuvrer à l'aide d'un levier placé sur le côté droit de l'affût; en rabattant plus ou moins ce levier dans un plan perpendiculaire à l'axe, on peut limiter à volonté le recul ou le laisser s'effectuer entière-

ment; on peut aussi arrêter la pièce en un point quelconque du châssis lorsqu'on la remet en batterie.

Le pointage en hauteur s'obtient au moyen de deux arcs dentés mis en mouvement par une seule manivelle placée sur le côté gauche.

La cheville ouvrière est reliée au châssis au moyen d'une lunette à fourche dont les branches sont fixées à l'entretoise de devant par deux boulons.

L'entretoise est de plus munie de deux tirants en fer avec crochet, sorte de griffe embrassant le champignon d'un rail circulaire fixé sur la plate-forme; cette disposition a pour objet de soulager la cheville ouvrière pendant le recul; c'est dans le même but que les 4 roulettes du châssis ont une gorge par laquelle elles prennent appui sur leurs voies circulaires respectives.

Pour le pointage latéral, on agit sur les manivelles d'une vis sans fin placée à la queue du châssis et engrenant avec une grande roue dentée; celle-ci est montée sur un arbre en fer oblique se terminant à son autre extrémité par une roue d'angle qui engrène avec une voie circulaire dentée, en bronze, fixée sur la plate-forme immédiatement en avant de la voie circulaire de derrière.

Le poids total de l'affût et du châssis est de 8 756 kilog.

Dans des expériences faites à Tegel, avec un canon de 26^{c} ne différant guère de celui qui est exposé que par une longueur un peu moindre, les obus en fonte Gruson, pesant 188 kilog. et animés d'une vitesse de 420 mètres, ont percé des plaques de 10 pouces à 450 mètres de distance, et des plaques de 11 pouces à 150 mètres; l'augmentation de vitesse (450 mètres au lieu de 420 mètres) obtenue par M. Krupp, lui fait espérer que les obus de rupture de 26^{c} pourront percer des plaques de 12 pouces.

A. Jouart, P. Huter,
Capitaines d'artillerie.

DES EFFETS DU TIR DES BATTERIES ALLEMANDES

SUR LES OUVRAGES DÉFENSIFS DE PARIS, PENDANT LE SIÉGE DE 1870-71

(Extrait d'une Note de M. le capitaine du génie Petit, insérée au n° 21 du *Mémorial de l'Officier du génie.*)

(*Suite*).

IV. — Abris en charpente recouverts de terre.

Les abris en charpente recouverts de terre, qui ont été construits dans les forts et sur l'enceinte au début du siége, avaient des formes et des dimensions tellement variées qu'il paraît difficile de les ramener à quelques types généraux. Toutefois ces abris peuvent se diviser en trois catégories distinctes :

1° Les abris à ciel horizontal, construits sous les traverses en terre, les masses couvrantes ou le terre-plein du rempart ;

2° Le blindage des cours des anciens magasins à poudre et le blindage du rez-de-chaussée des casernes ;

3° Les abris inclinés et les blindages établis au pied des murs des casernes ou devant les entrées de casemates exposées aux coups de revers.

Nous aurons soin d'ailleurs de donner le profil des différents abris sur lesquels on a pu observer l'effet du tir de l'assiégeant.

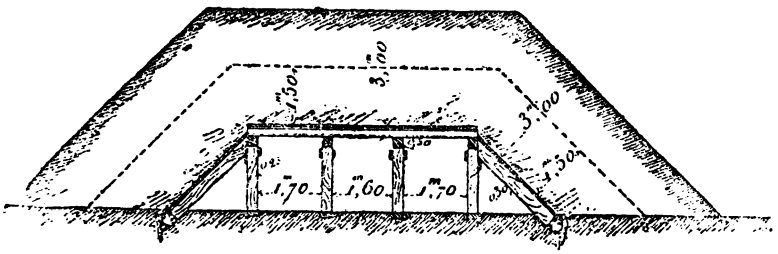
1° *Abris à ciel horizontal.*

Trois grands abris avaient été construits dès le début du siége, dans la cour de la *Double-Couronne du nord*, deux à la gorge des bastions 2 et 3 destinés à loger chacun 150 hommes, et le troisième vis-à-vis du milieu de la courtine 3-4, pouvant contenir 200 hommes. Le ciel de chacun de ces abris était formé de rangées de rails disposés horizontalement et espacés de 1 mètre d'axe en axe. Chaque rail était supporté à son extrémité par un poteau vertical en bois

de fort équarrissage et dans sa longueur par deux poteaux intermédiaires. Ces piliers, reposant sur des semelles en bois, étaient maintenus dans le sens longitudinal et transversal par des entretoises et des jambes de force. Tout ce réseau de charpentes en fer et bois était recouvert d'un plancher en madriers jointifs de $0^m,08$ d'épaisseur, lequel était protégé par une couche de terre dont l'épaisseur atteignait 3 mètres pour l'abri de la courtine 3-4 et n'était que de $1^m,50$ pour les deux autres (voir fig. 15).

Fig. 15.

DOUBLE-COURONNE DU NORD. — *Coupe transversale d'abris en bois et rails.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Espacement des fermes dans le sens longitudinal, 1 mètre.

Ces trois abris ont reçu un grand nombre de projectiles du calibre de 15 centimètres et de 21 centimètres. Ceux des bastions 2 et 3, qui n'étaient recouverts que de $1^m,50$ de terre, furent percés dès le premier jour du bombardement et évacués; le troisième, protégé par 3 mètres de terre, résista jusqu'à la fin du siége; les obus ne pénétraient pas jusqu'aux madriers, et l'on avait soin de boucher leurs entonnoirs avec des sacs à terre au fur et à mesure qu'ils se produisaient. Le 26 janvier cependant, un obus de 15 centimètres traversa la terre du blindage, éclata sur les madriers et les brisa; mais il est à noter que ce projectile avait frappé au fond d'un entonnoir non rebouché où l'épaisseur de la couche de terre se trouvait très-amoindrie.

Un grand abri établi sous le retranchement intérieur

qui fermait la route de Pierrefitte était constitué par une solide charpente recouverte d'une couche de terre de 3 mètres d'épaisseur. Cet abri est un de ceux qui reçurent le plus grand nombre de coups, mais les entonnoirs dans la couche de terre furent régulièrement bouchés et aucun projectile ne pénétra jusqu'aux madriers qui formaient le ciel de l'abri.

Un autre abri, établi également près de la porte de Pierrefitte et recouvert seulement de 2 mètres de terre, fut percé par un obus.

Au *fort d'Aubervilliers*, un projectile de 15 centimètres traversa une couche de terre de plus de 2 mètres d'épaisseur qui couvrait le fond d'un abri construit en galerie majeure sous le terre-plein du bastion 3, et l'explosion du projectile brisa le tuyau établi pour l'aérage de l'abri.

Les abris en charpente du *fort de Nogent*, construits sous les traverses en terre, résistèrent au choc d'un assez grand nombre de projectiles; ils étaient constitués de cadres de mine de $0^m,20$ d'équarrissage, espacés de $0^m,60$, et leur coffrage était recouvert d'une couche de terre de $2^m,50$ d'épaisseur.

Les magasins à poudre et les abris des *redoutes de Saint-Maur* et *du Petit-Parc* avaient été construits avec des poutres et des madriers en sapin recouverts d'une couche de terre de 3 mètres d'épaisseur; ils reçurent beaucoup de projectiles du calibre de 12 centimètres et de 15 centimètres sans être percés.

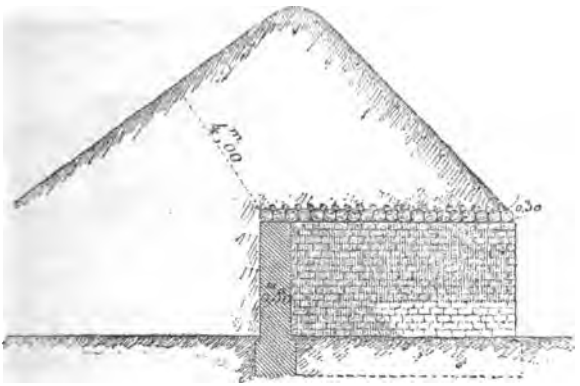
Les traverses de la *redoute des Hautes-Bruyères* étaient formées de cadres de mine, espacés de $0^m,60$ les uns des autres, recouverts de madriers et protégés par une couche de terre de $1^m,80$ d'épaisseur. Les obus de 9 centimètres, seul calibre employé par l'ennemi contre la redoute, ne pénétrèrent pas dans l'intérieur de ces abris; un obus cependant traversa la couche de terre d'une traverse et brisa les planches du coffrage entre deux cadres de mine qui se trouvaient distants de 1 mètre l'un de l'autre.

Au *fort de Montrouge*, on avait établi, sous plusieurs traverses en terre, des galeries de mine ayant $4^m,50$ de largeur, $1^m,80$ de hauteur, et dont les cadres, de $0^m,16$ à $0^m,20$ d'équarrissage, étaient espacés de $0^m,60$. Ces abris, recouverts de 2 mètres à $2^m,50$ de terre, furent plusieurs fois bouleversés par les projectiles de 15 centimètres.

Dans le *fort de Vanves*, un seul abri blindé résista sans aucune avarie au très-grand nombre de coups qu'il reçut. Il était établi sous le masque en terre couvrant la porte d'entrée du fort et se composait de trois travées, dont les murs, épais de 1 mètre, hauts de 3 mètres et distants

Fig. 16.

Fort de Vanves. — *Abri sous la traverse couvrant la porte d'entrée.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Longueur.	6 mètres.
Largeur	4 »
Hauteur	3 »

Cet abri se composait de 3 travées.

l'un de l'autre de 4 mètres, supportaient un rang de corps d'arbres jointifs de $0^m,30$ de diamètre. La plus petite épaisseur de terre que le projectile eut à traverser avant de pénétrer jusqu'aux corps d'arbres était de 4 mètres, et cependant le ciel de l'abri fut quelquefois ébranlé (fig. 16).

Tous les autres abris en charpente, exposés aux coups de l'assiégeant, furent plus ou moins endommagés.

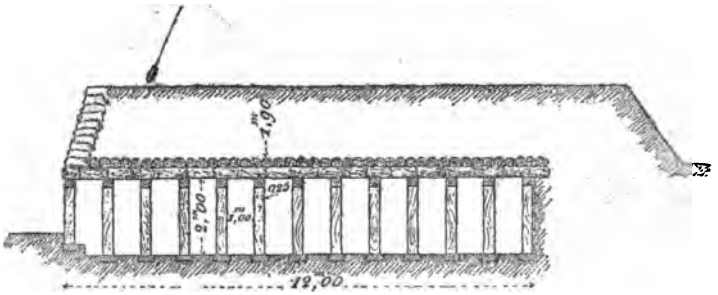
Un abri, construit par le service de l'Artillerie (fig. 11) (¹), fut défoncé par une bombe de 21 centimètres qui, en éclatant, mit douze hommes hors de combat.

Un autre abri, formé de châssis de mine de $0^m,25$ d'équarrissage, distants de 1 mètre, recouverts d'un coffrage en madriers de deux rangs de fascines et de 2 mètres de terre, fut ébranlé fortement par plusieurs projectiles de 15 centimètres et défoncé par un obus de 21 centimètres (voir fig. 17).

Fig. 17.

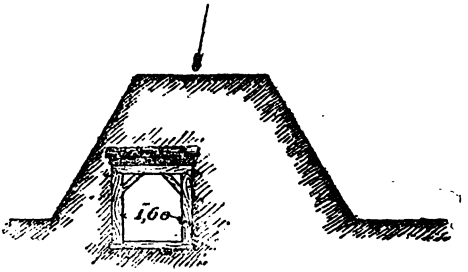
FORT DE VANVES. — *Abri du bastion 2.*

Coupe longitudinale.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Coupe transversale.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Les abris en charpente du *fort d'Issy*, recouverts de

(¹) *Revue d'artillerie*, tome III, novembre 1873, page 138.

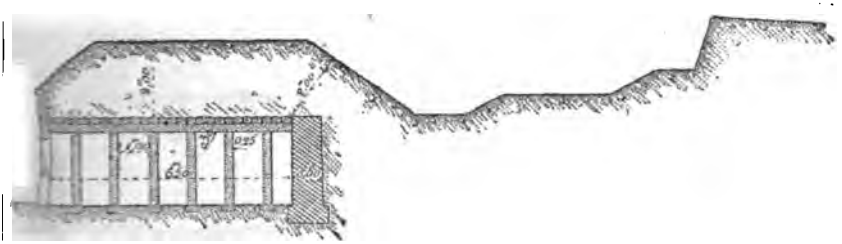
$2^m,50$ à 3 mètres de terre, furent aussi plus ou moins ébranlés et compromis.

Les casemates-abris qui étaient adossées au rempart du 6e *secteur* résistèrent d'une manière satisfaisante au tir des batteries de siége à grande distance (3 000 à 4 500 mètres). Elles se composaient essentiellement de deux murs de $0^m,70$ d'épaisseur, distants de 5 mètres, supportant des rails posés de champ et dont les intervalles de $0^m,22$ avaient été remplis de maçonnerie en briques et mortier de ciment.

Fig. 18.

6e Secteur. — *Abri adossé au rempart.*

Coupe suivant l'axe.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Largeur de l'abri	$5^m,00$
Épaisseur des murs latéraux. .	0 ,80

Les rails sont soutenus en leur milieu par un chapeau et des poteaux.

Les rails étaient soutenus en leur milieu par des pièces de bois verticales et recouverts d'une couche de terre de 2 mètres d'épaisseur (voir la fig. 18).

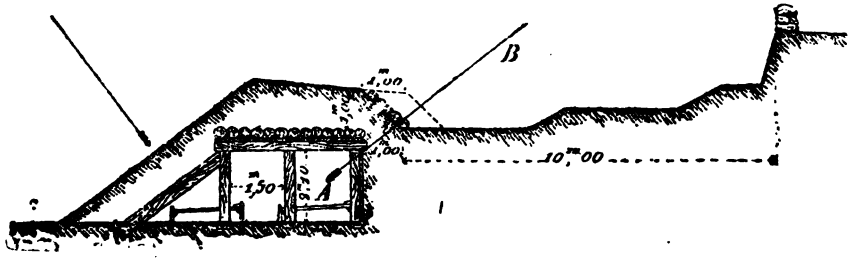
Il est bon de faire remarquer que le mur de face de cet abri, d'une épaisseur trop faible ($0^m,40$), dut être consolidé pendant le bombardement, à la suite de mouvements très-sensibles de ce mur sous l'action de la poussée des terres.

De nombreux abris blindés avaient été préparés dans les bastions du 7e *secteur*, à raison d'environ 60 mètres courants d'abris pour chaque bastion. Ils étaient formés

de cadres en charpente de $0^m,20$ d'équarrissage, espacés

Fig. 19.

7e Secteur, bastion 69. — *Coupe verticale d'un abri faite perpendiculairement à la crête du flanc droit.*

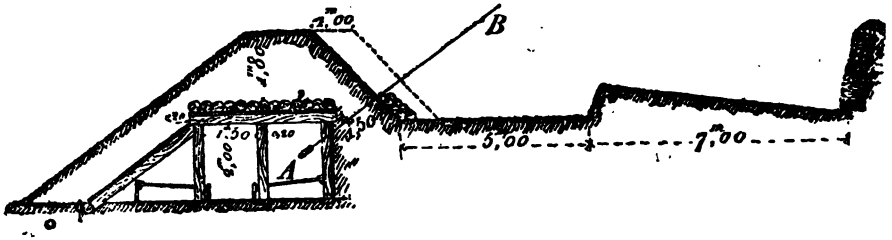


Échelle de $\frac{1}{200}$.

Espacement des fermes, $1^m,70$.
AB, trajet d'un obus qui a éclaté dans l'abri.

Fig. 20.

7e Secteur, bastion 73. — *Coupe verticale d'un abri, faite perpendiculairement à la crête de la face gauche.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Espacement des fermes, $1^m,70$.
AB, trajet de 4 obus qui ont pénétré dans l'abri le 6 janvier 1871.

de $1^m,50$ les uns des autres, recouverts d'un coffrage en madriers, d'une toile goudronnée, d'une couche de terre de $0^m,20$ d'épaisseur, puis d'un ou deux rangs de corps d'arbres jointifs, ou encore de deux rangées de rails posés à plat. Leur ciel était protégé par une couche de terre de $1^m,80$ à 2 mètres, et leurs portes couvertes par un blindage incliné au-dessus duquel on n'avait mis qu'une couche de 1 mètre de terre, afin de garantir l'*entrée de l'abri* des éclats de projectiles qui semblaient seuls à crain-

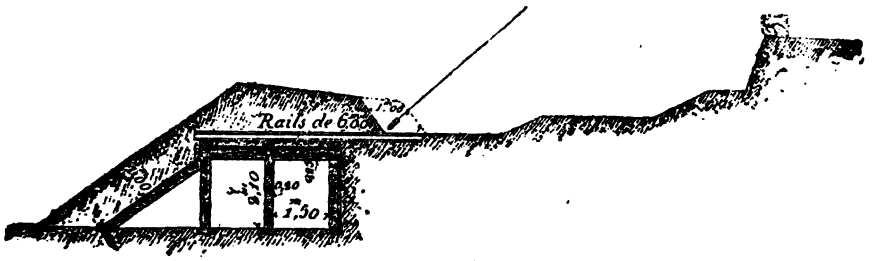
dre de ce côté. Tous ces abris, construits sur le terre-plein bas, étaient adossés au terre-plein haut du bastion, et la tête des poutres de leur ciel, sensiblement de niveau avec ce terre-plein, n'était protégée primitivement contre les coups plongeants que par une épaisseur de 1 mètre à $1^{m},50$ de terre (voir les fig. 19 et 20).

Plusieurs projectiles, frappant ces abris à revers, traversèrent le blindage incliné établi devant la porte d'entrée, blindage dont l'épaisseur de terre était insuffisante; d'autres pénétrèrent également dans ces abris en passant sous la tête des poutres du ciel, suivant la ligne AB. Quant au ciel de ces abris, il résista parfaitement aux nombreux coups plongeants des projectiles de 24 qui vinrent le frapper, et l'on n'eut plus aucun accident à constater dès qu'on eut renforcé le blindage incliné devant les portes d'entrée et protégé la tête des poutres du ciel par une couche de terre de 2 mètres d'épaisseur.

Il est à remarquer qu'aucun obus ne traversa la tête des

Fig. 21.

7e Secteur. — *Abri couvert de rails.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

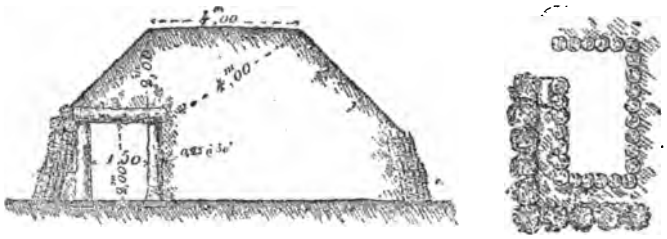
abris dont le ciel était formé d'une double rangée de rails, parce que ces rails, d'une longueur de 6 mètres, avaient leurs extrémités noyées dans le terre-plein haut et empêchaient ainsi les projectiles d'atteindre la tête du blindage (voir la fig. 21).

Les traverses en terre construites au 7e secteur pour défiler les pièces des coups plongeants avaient une épais-

seur de 4 mètres au sommet; elles étaient pourvues d'un abri en corps d'arbres jointifs dont le ciel était protégé par 2 mètres de terre, et le côté exposé aux coups de l'assiégeant par une couche de terre dont l'épaisseur atteignait 4 à 5 mètres (voir la fig. 22). Aucun de ces abris n'a été endommagé; un obus tiré par la batterie de Breteuil a frappé le talus latéral d'une de ces traverses dans le bastion 69, et a éclaté sans causer aucun dégât dans l'abri.

Fig. 22.

Traverses avec abris en charpente sur le rempart de l'enceinte.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Le génie de la garde nationale et de divers corps d'ingénieurs civils avait établi de nombreux abris sous les courtines de l'enceinte pour le logement des gardes nationaux de service. Ces abris avaient leur sol au niveau de la rue militaire; ils étaient généralement formés d'un mur de fond parallèle à la rue militaire, de deux murs transversaux supportant des fers à double T espacés de $0^m,80$, et dont les intervalles avaient été bouchés soit par une maçonnerie en plâtre, soit simplement par une tôle ondulée au-dessus de laquelle on avait étendu une couche de terre de 1 mètre d'épaisseur. Leur partie supérieure ne dépassait pas le sol du terre-plein bas de la courtine, et leur partie antérieure suivait l'inclinaison du talus du rempart. Ces abris échappaient par leur position au plus grand nombre des projectiles, mais ils furent défoncés et mis hors de service chaque fois qu'ils furent atteints.

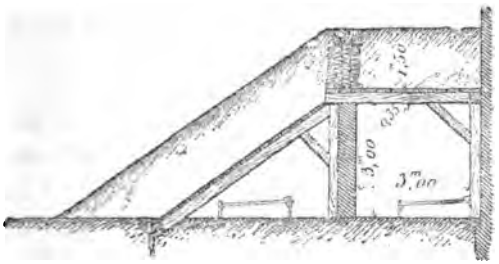
2° *Blindages des cours des magasins à poudre et du rez-de-chaussée des casernes.*

Les *cours des anciens magasins à poudre* avaient été transformées, dès le début du siége, en abris blindés pour le logement des hommes.

Dans la *Double-Couronne du nord*, le blindage de cette cour fut traversé par des projectiles de 15 centimètres; il était constitué de la manière suivante : des poutres de 0^m40 d'équarrissage, espacées de 1 mètre, s'appuyaient, d'une part, sur le mur de clôture qu'elles débordaient de $0^m,30$ environ; de l'autre, sur des poteaux verticaux soli-

Fig. 23.

FORT DE LA BRICHE ET DOUBLE-COURONNE.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

dement arc-boutés et adossés au mur du magasin. Sur cette charpente reposait un plancher jointif en madriers de $0^m,08$, recouvert d'une feuille de zinc et d'une couche de terre de $1^m,50$ (voir la fig. 23).

Au *fort de Rosny*, ce blindage était formé de corps d'arbres jointifs de $0^m,25$ de diamètre, recouverts de 1 mètre de terre; il fut percé à plusieurs reprises et détruit entièrement sur une surface de 4 mètres carrés par le choc et l'éclatement d'un seul obus de 15 centimètres.

Dans le *fort de Montrouge*, la cour de l'ancien magasin à poudre du bastion 4 avait été blindée avec des poutres jointives de $0^m,30$ à $0^m,35$ d'équarrissage, soutenues à leurs extrémités et en leur milieu par des chapeaux repo-

sant sur des poteaux verticaux espacés de 2 mètres; ces poutres étaient recouvertes d'un rang de fascines et de $1^m,20$ de terre. Des bombes de 21 centimètres, en tombant presque normalement sur ce blindage, ne firent que briser deux chapeaux qui portaient à faux et dont l'équarrissage était un peu faible (voir la fig. 14) (1).

La cour du magasin à poudre du bastion 4 du fort de Vanves avait été blindée avec des poutres en chêne de $0^m,30$ d'équarrissage, placées jointivement et protégées seulement par $0^m,80$ de terre. Les poutres de blindage furent brisées en plusieurs endroits par la chute de projectiles de 15 centimètres qui tombaient sous un angle très-ouvert en rasant la crête du parapet.

Les blindages des cours des magasins à poudre du fort d'Issy, constitués de la même manière, n'ont pas mieux résisté.

Blindage du rez-de-chaussée des casernes. — Le plancher du premier étage des casernes dans les forts avait été recouvert d'une couche de terre de 1 mètre et solidement étançonné par des pièces de bois verticales qui s'appuyaient sur le sol du rez-de-chaussée.

Dans les *forts du Nord* et en général dans tous les autres, ce blindage ne fut pas traversé; les murs des étages supérieurs déterminaient l'éclatement du projectile avant qu'il n'arrivât sur le plancher du premier étage. Cependant, au *fort de Montrouge*, un obus de 21 centimètres, pénétrant par une fenêtre du premier étage, traversa la couche de terre, le plancher et vint éclater sur le sol du rez-de-chaussée. Cet accident semble montrer que ce genre de blindage était par lui-même insuffisant.

3° *Abris et blindages inclinés.*

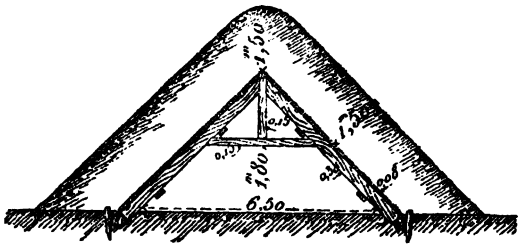
On avait préparé, le long des talus de rempart de la *Double-Couronne*, des abris demi-souterrains disposés de la

(1) *Revue d'artillerie*, tome III, novembre 1873, page 141.

manière suivante : Le pied du talus avait été recoupé verticalement sur une hauteur d'environ $2^m,50$, et l'on avait placé dans le déblai des fermes triangulaires de $0^m,40$ d'équarrissage, espacées de 1 mètre, supportant des madriers jointifs de $0^m,08$ d'épaisseur et une couche de terre de 1 mètre. Ces blindages, quoique très-légers, ne furent presque pas endommagés, à cause de leur position qui les mettait à l'abri des coups; ils restèrent habités jusqu'à la fin du bombardement.

Dans la cour du *fort de l'Est*, on avait construit deux grands abris blindés parallèles, laissant entre eux un passage et constituant ainsi une sorte de caponnière double qui conduisait de la porte du fort à la courtine 2-3. Cha-

Fig. 24.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Espacement des fermes, 1 mètre.

cun de ces abris était formé de fermes triangulaires distantes de 1 mètre l'une de l'autre, et dont les arbalétriers, de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'équarrissage, étaient recouverts de madriers jointifs de $0^m,08$ et d'une couche de terre de $1^m,50$ d'épaisseur. Ces abris furent traversés par les projectiles de 15 centimètres dès le premier jour du bombardement et durent être évacués (fig. 24).

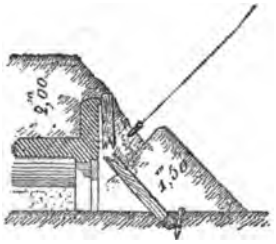
Les blindages inclinés établis au pied du mur des pavillons du fort de l'Est furent également percés par les obus de 15 centimètres; ils étaient constitués de la même manière que les abris dont on vient de parler, sauf que les

madriers étaient recouverts d'un double lit de fascines et d'une couche de terre de 1 mètre.

Des pièces de bois de 1 mètre de diamètre, placées jointivement contre l'escarpe du cavalier du *fort de la Briche*, vis-à-vis des murs de fond des casemates-magasins à poudre, furent broyées par des obus de 15 centimètres; des rails de chemins de fer, disposés de la même manière, furent coupés en petits morceaux et projetés au loin.

Au *fort d'Aubervilliers*, les blindages inclinés étaient formés de corps d'arbres jointifs de $0^m,40$ de diamètre, protégés par $1^m,50$ de terre; ils furent traversés par des obus de 15 centimètres qui brisèrent les pièces de bois. L'un

Fig. 25.



Echelle de $\frac{1}{200}$.

de ces blindages, disposé en avant de l'entrée d'un abri souterrain sous le terre-plein du bastion 3 et couvert de 2 mètres de terre, fut également percé par un projectile de 15 centimètres.

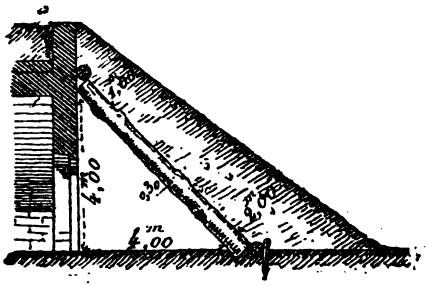
Au *fort de Rosny*, un blindage incliné, formé de corps d'arbres de $0^m,50$ à $0^m,60$ de diamètre, non recouvert de terre, fut traversé par un obus de 15 centimètres qui perça en outre le mur de face de la casemate sur lequel ce blindage était appuyé (épaisseur du mur : $0^m,50$).

Le même accident s'étant produit au *fort de Noisy* (fig. 26), on disposa, sur les corps d'arbres qui formaient blindage, un second rang de pièces de bois de $0^m,40$ d'é-

quarrissage, pleins sur joints, sur lesquels on plaça un lit

Fig. 26.

FORT DE NOISY. — *Blindages en arbres jointifs devant les portes des casemates.*

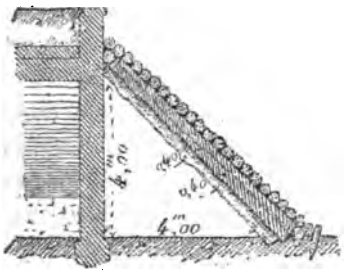


Échelle de $\frac{1}{200}$.

de gros saucissons jointifs bien reliés entre eux par des cordages. Le blindage ainsi renforcé ne fut pas traversé (voir la fig. 27).

Fig. 27.

Blindages en corps d'arbres doublés.



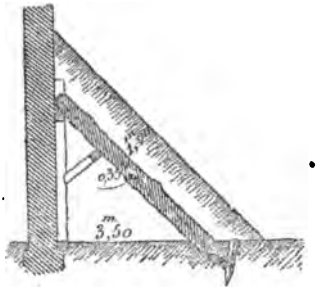
Échelle de $\frac{1}{200}$.

Dans les forts de *Montrouge*, *Vanves* et *Issy*, les blindages inclinés, constitués soit de pièces de bois jointives de 0^m30 à $0^m,40$ de diamètre avec 1 mètre de terre, soit de rails jointifs protégés également par 1 mètre de terre, furent défoncés dès le premier jour du bombardement. Un blindage en rails jointifs, au fort de Vanves, renforcé

par une couche de sacs à terre de 2 mètres d'épaisseur, ne fut plus traversé (voir les fig. 28 et 29).

Fig. 28.

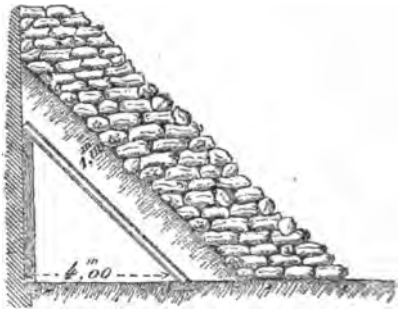
Blindage en corps d'arbres jointifs au pied des murs de casernes.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Fig. 29.

FORT DE VANVES. — *Blindages en rails jointifs devant les maçonneries des magasins.*



Échelle de $\frac{1}{200}$.

En résumé, de tous les abris en bois recouverts de terre, les seuls qui paraissent avoir résisté aux coups de l'artillerie de siége allemande sont ceux qui, construits en galerie de mine, étaient protégés par une couche de terre d'au moins 3 mètres d'épaisseur, et ceux qui, recouverts d'une épaisseur de terre moindre (2 mètres environ), avaient leur ciel formé d'un ou de deux lits de corps d'arbres de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre et n'ayant qu'une faible portée.

Toutefois la résistance que le blindage de la cour du magasin à poudre du fort de Montrouge et les blindages inclinés du fort de Rosny opposèrent au choc des obus de 21 et 15 centimètres, semble indiquer que des lits de fascines, disposés au-dessus de poutres jointives d'une faible portée, peuvent accroître notablement par leur élasticité la force du blindage et permettre de diminuer l'épaisseur de la couche de terre.

V. — PARE-ÉCLATS ET PONTS-LEVIS.

Pare-éclats. — Diverses dispositions avaient été prises pour mettre les défenseurs à l'abri des éclats des projec-

tiles et permettre une circulation moins dangereuse dans les cours des forts ou sur les terre-pleins des bastions.

Nous mentionnerons d'abord les trous de loup creusés dans la cour du *fort de la Briche*, lesquels rendirent quelques services en empêchant les éclats des quelques obus qui tombèrent dans ces trous d'être projetés horizontalement; mais ce procédé avait l'inconvénient de supprimer la circulation dans la plus grande partie du fort.

Au *fort d'Aubervilliers*, quelques pare-éclats, formés de cloisons en madriers de $0^m,08$ d'épaisseur, furent percés par des éclats de projectiles et durent être abandonnés; la circulation entre la porte d'entrée du fort, les casemates

Fig. 30.

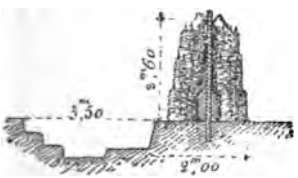
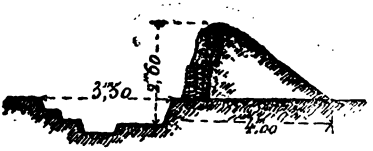


Fig. 31.



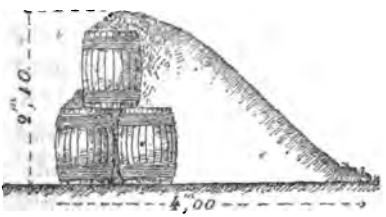
Échelle de $\frac{1}{200}$.

et les bastions d'attaque, se fit dès lors par des tranchées creusées dans le sol de la cour avant le début du bombardement, suivant les profils des figures 30 et 31.

Les pare-éclats des *forts de Rosny* et *de Noisy* étaient constitués au moyen de plusieurs rangées de tonneaux remplis de terre, posés sur le sol de la cour, et contre

Fig. 32.

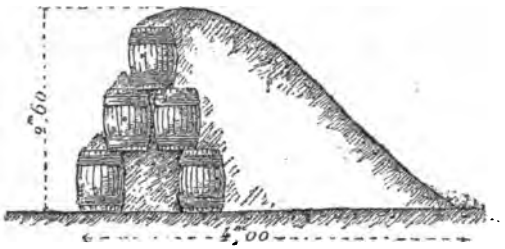
FORT DE NOISY.



Échelle de $\frac{1}{100}$.

Fig. 33.

FORT DE ROSNY.



Échelle de $\frac{1}{100}$.

lesquels était adossé un massif de terre de 2 à 3 mètres d'épaisseur (fig. 32 et 33). Les obus qui les ont atteints se sont enfoncés dans le parapet sans projeter au dehors aucun éclat dangereux, mais en renversant quelquefois deux ou trois tonneaux de la rangée supérieure.

Dans les *redoutes de Saint-Maur*, les pare-éclats en gabions remplis de terre furent jugés insuffisants et remplacés par des lignes de tranchées ayant $1^m,20$ de profondeur et 2 mètres de largeur, lesquelles permirent de circuler sans trop de danger sur le terre-plein bas des redoutes.

On avait établi, au début du siége, dans la cour et sur le terre-plein du *fort de Montrouge*, des pare-éclats disposés en quinconce et formés de deux rangées de gabions ou tonneaux superposés, contre lesquelles s'appuyait un parapet en terre ayant 1 mètre d'épaisseur au sommet et 3 mètres à la base. Le tir de l'ennemi bouleversa promptement ces pare-éclats, et les communications entre les différentes parties du fort devinrent très-dangereuses.

La circulation dans le *fort de Vanves* se fit par des tranchées creusées dans le sol de la cour, et surtout par des galeries de mine construites sous les courtines 1-2, 3-4, et par lesquelles on pouvait aller en toute sécurité de la porte d'entrée du fort sur le front d'attaque.

Les pare-éclats du *fort d'Issy*, analogues à ceux du fort

de Montrouge, furent également bouleversés dès le premier jour du bombardement, et l'on fut obligé, pour rendre l'accès du fort et la circulation à l'intérieur praticables, de creuser, sous le feu de l'ennemi, une tranchée qui, partant des premières maisons du village d'Issy, aboutissait à la porte d'entrée du fort et se prolongeait dans la cour du fort en reliant entre eux les bâtiments et les casemates.

Enfin, dans les 6e *et* 7e *secteurs de l'enceinte*, les pare-éclats en gabions ou tonneaux furent presque immédiatement ruinés; on les remplaça par des tranchées de 2 mètres de profondeur sur 2 mètres de largeur, que l'on creusa sur le terre-plein bas à la gorge des bastions les plus menacés et sur divers points de la rue militaire.

En résumé, les pare-éclats en tonneaux et gabions établis sur le sol des cours ou des terre-pleins paraissent insuffisants, dans le cas d'un bombardement violent, pour assurer la circulation entre les différentes parties d'un ouvrage dans lequel on n'aurait point préparé à l'avance des communications couvertes. Ils exigent d'ailleurs une masse de terre assez grande, qu'il est souvent assez difficile de trouver à proximité de l'ouvrage. Il paraît préférable de leur substituer des tranchées larges et profondes, ou mieux encore des galeries de mine creusées sous les fronts voisins du front d'attaque.

Ponts-levis. — Trois ponts-levis à flèche furent mis hors de service et durent rester baissés : le premier à *la Double-Couronne*, le second au *fort de la Briche* et le troisième au 6e *secteur*. Ces ponts-levis eurent leurs flèches brisées ou leurs chaînes descellées par le projectile. Le pont-levis à la Poncelet, du *fort de Vanves*, fut également très-dégradé et exigea, vers la fin du siége, 20 ou 30 hommes pour sa manœuvre. Il paraît probable que l'ennemi, qui voyait très-bien à revers la partie supérieure de la porte, serait parvenu à le détruire complétement.

P. Petit, *capitaine du génie.*

(A suivre.)

SUR L'ÉTABLISSEMENT ET L'USAGE
DES TABLES DE TIR.

(*Suite.*) [1]

III. DES DIVERSES OPÉRATIONS ANALYTIQUES QU'ON PEUT FAIRE AU MOYEN DE LA TABLE DE TIR.

§ 15. — Le tableau construit comme il est dit § 13 donne immédiatement, pour chacun des éléments indépendants, la valeur correspondante à toute portée qui est un multiple exact de la raison. Il peut donc tenir lieu de la fonction analytique qui relie l'élément à la portée et qui a servi à le dresser. Aussi cette fonction, qui n'est qu'un instrument de calcul, est laissée de côté une fois le travail terminé, et il n'en reste souvent aucune trace. Nous allons montrer comment, avec le tableau tout seul, on peut déterminer les éléments qui ne résultent pas directement des observations, mais que la table de tir doit néanmoins renfermer (§ 1), et que chaque officier pourra se voir obligé de calculer lui-même si elle ne les donne pas.

A cet effet, disons d'abord comment se font, au moyen du tableau, les opérations analytiques connues sous les noms *d'intercalation, différentiation* et *intégration.* Nous désignerons toujours par w la raison, par

$$P_0=0, P_1=w, P_2=2w, \ldots P_n=nw, P_{n+1}=(n+1)w \ldots \text{etc.}$$

les portées successives inscrites dans la table, et par

$$a_0,\ a_1,\ a_2 \ldots\ldots a_n,\ a_{n+1} \ldots\ldots \text{etc.}$$

les valeurs correspondantes d'un quelconque des éléments, qui sera, par exemple, l'angle de projection, et que nous appellerons *la fonction.*

[1] Voir la livraison d'octobre.

Nous aurons à faire usage des différences Δa, $\Delta^2 a \ldots$, que nous supposerons disposées en un tableau conforme au type figuré § 13. Aux ordres successifs sont affectées respectivement les lettres b, c, d, e, avec un indice n qui commence par zéro en tête de la colonne, de même que pour les a : les valeurs de même indice se trouvent ainsi former ensemble une *ligne oblique descendante.*

Nous donnons les formules complètes jusqu'au *quatrième ordre,* qu'on n'aura jamais besoin de dépasser; le plus souvent, on pourra même s'arrêter au *second.*

§ 16. *Intercalation.* — Supposons qu'on veuille connaître la valeur de la fonction pour une portée comprise entre les deux multiples successifs nw, $(n+1)w$, et que nous pouvons représenter par

$$(n+\omega)w, \quad \omega \text{ étant } < 1 ;$$

notre système de notation nous conduit à désigner cette valeur par $a_{n+\omega}$.

On a, par la formule de Newton,

$$a_{n+\omega} = a_n + \frac{\omega}{1} b_n + \frac{\omega(\omega-1)}{1.2} c_n + \ldots,$$

ou, en changeant les signes des binomes puisque ω est <1, et en allant jusqu'au quatrième ordre,

$$\left.\begin{aligned} a_{n+\omega} &= a_n + \omega b_n - \frac{1}{2}\omega(1-\omega)c_n \\ &+ \frac{1}{6}\omega(1-\omega)(2-\omega)d_n + \frac{1}{24}\omega(1-\omega)(2-\omega)(3-\omega)e_n \end{aligned}\right\}. \quad (1)$$

Mais, comme les différences b_n, c_n ... sont déduites uniquement de a_n, a_{n+1} ..., et ne dépendent en rien des valeurs qui précèdent a_n, on aura une formule plus exacte et plus convergente en les remplaçant, celles d'ordre *pair*, par les différences de même ordre qui se trouvent sur la même ligne horizontale que a_n, et celles d'ordre *impair*,

par les différences de même ordre qui se trouvent au-dessous de cette ligne, mais le plus près possible. On a alors la série a_n, b_n, c_{n-1}, d_{n-1}, e_{n-2}, et le remplacement, qui se fait aisément par la définition des différences, conduit à

$$\left.\begin{aligned} a_{n+\omega} = a_n + \omega b_n - \frac{1}{2}\omega(1-\omega)c_{n-1} \\ -\frac{1}{6}\omega(1-\omega^2)d_{n-1} + \frac{1}{24}\omega(2-\omega)(1-\omega^2)e_{n-2} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Cette formule peut évidemment servir quand ω est négatif, mais il vaut mieux alors employer les différences d'ordre impair qui sont du même côté que la valeur cherchée, c'est-à-dire au-dessus de la ligne horizontale a_n; la série est alors a_n, b_{n-1}, c_{n-1}, d_{n-2}, e_{n-2}, et, en mettant en outre le signe de ω en évidence, il vient

$$\left.\begin{aligned} a_{n-\omega} = a_n - \omega b_{n-1} - \frac{1}{2}\omega(1-\omega)c_{n-1} \\ +\frac{1}{6}\omega(1-\omega^2)d_{n-2} + \frac{1}{24}\omega(2-\omega)(1-\omega^2)e_{n-2} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

On peut obtenir une troisième formule qui soit complétement symétrique et s'applique également bien aux deux cas. Désignons, en effet, par β_{n-1} la moyenne arithmétique entre les deux différences premières b_{n-1} et b_n, et par δ_{n-2} celle entre les deux différences troisièmes d_{n-2} et d_{n-1}. Presque toujours ces moyennes seront faciles à former à vue d'œil et sans écriture; quoi qu'il en soit, nous supposerons qu'elles aient été inscrites à leur place comme l'indique le tableau suivant, où l'inscription a été faite dans toute l'étendue des colonnes, afin de bien montrer la loi des nouvelles quantités qui font ici leur entrée.

a	Δa	$\Delta^2 a$	$\Delta^3 a$	$\Delta^4 a$
....				
	....			
a_{n-2}		....		
	b_{n-2}		....	
a_{n-1}	(β_{n-2})	c_{n-2}		....
	b_{n-1}		d_{n-2}	
a_n	(β_{n-1})	c_{n-1}	(δ_{n-2})	e_{n-2}
	b_n		d_{n-1}	
a_{n+1}	(β_n)	c_n	(δ_{n-1})	e_{n-1}
	b_{n+1}		d_n	
a_{n+2}	(β_{n+1})	c_{n+1}	(δ_n)	e_n
	b_{n+2}		d_{n+1}	
....		c_{n+2}	(δ_{n+1})	e_{n+1}
	....		d_{n+2}	
		....		e_{n+2}
			....	
				....

Cela posé, nous allons exprimer $a_{n+\omega}$ au moyen de la série horizontale et rectiligne a_n, β_{n-1}, c_{n-1}, δ_{n-2}, e_{n-2}. On a, par définition,

$$b_n = b_{n-1} + c_{n-1}, \quad \text{ou} \quad 2b_n = (b_n + b_{n-1}) + c_{n-1},$$

ce qui donne

$$b_n = \beta_{n-1} + \frac{1}{2}c_{n-1}, \text{ et, par analogie, } d_{n-1} = \delta_{n-2} + \frac{1}{2}e_{n-2}.$$

En portant ces valeurs dans (2), il vient

$$\left.\begin{aligned} a_{n+\omega} &= a_n + \omega\beta_{n-1} + \frac{1}{2}\omega^2 c_{n-2} \\ &- \frac{1}{6}\omega(1-\omega^2)\delta_{n-2} - \frac{1}{24}\omega^2(1-\omega^2)e_{n-2} \end{aligned}\right\}, \qquad (4)$$

formule à la fois plus exacte et plus commode que les précédentes. Pour avoir $a_{n-\omega}$, on n'a qu'à y remplacer ω par $-\omega$, ce qui change le signe du second et du quatrième terme. On aura quelquefois avantage à employer cette formule ordonnée par rapport à ω, c'est-à-dire sous la forme

$$\left.\begin{array}{c} a_{n+\omega} = a_n + A\omega + B\omega^2 + C\omega^3 + D\omega^4 \\ A = \beta_{n-1} - \frac{1}{6}\delta_{n-2}, \quad B = \frac{1}{2}\left(c_{n-1} - \frac{1}{12}e_{n-2}\right) \\ C = \frac{1}{6}\delta_{n-2}, \quad D = \frac{1}{24}e_{n-2} \end{array}\right\}. \quad (4')$$

La formule (4) embrasse deux intervalles consécutifs, c'est-à-dire convient à toutes les valeurs de ω comprises entre -1 et $+1$. Nous aurons besoin plus loin (§ 18) d'une formule qui, au lieu d'avoir son *axe* sur une ligne (a_n), l'ait au milieu d'un intervalle (a_n, a_{n+1}). Au lieu de conserver les différences d'ordre pair placées sur la ligne a_n et de prendre les moyennes de celles d'ordre impair placées de part et d'autre de cette ligne, il faut alors conserver les différences d'ordre impair qui sont entre les deux lignes a_n et a_{n+1}, et prendre les moyennes de celles d'ordre pair qui sont sur ces deux lignes (les nombres a de la première colonne étant considérés comme des différences d'ordre *pair* zéro). On aura alors une deuxième série de quantités que nous pouvons représenter par α_n, b_n, γ_{n-1}, d_{n-1}, ε_{n-2}, et dont le tableau suivant montre la disposition :

a	Δa	$\Delta^2 a$	$\Delta^3 a$	$\Delta^4 a$
....	....			
a_{n-2}				
$[\alpha_{n-2}]$	b_{n-2}	....	....	
a_{n-1}		c_{n-2}		
$[\alpha_{n-1}]$	b_{n-1}	$[\gamma_{n-2}]$	d_{n-2}	....
a_n		c_{n-1}		e_{n-2}
$[\alpha_n]$	b_n	$[\gamma_{n-1}]$	d_{n-1}	$[\varepsilon_{n-1}]$
a_{n+1}		c_n		e_{n-1}
$[\alpha_{n+1}]$	b_{n+1}	$[\gamma_n]$	d_n	$[\varepsilon_{n-1}]$
a_{n+2}		c_{n+1}		e_n
....	b_{n+2}	$[\gamma_{n+1}]$	d_{n+1}	$[\varepsilon_n]$
		c_{n+2}		e_{n+1}
	....	....	d_{n+2}	$[\varepsilon_{n+1}]$
				e_{n+2}
			....	....

Leur introduction se fait en portant dans (2) les valeurs

$$a_n = \alpha_n - \frac{1}{2} b_n \,, \quad c_n = \gamma_{n-1} - \frac{1}{2} d_{n-1} \,,$$

ce qui donne

$$\left.\begin{aligned} a_{n+\omega} = \alpha_n + \left(\omega - \frac{1}{2}\right) b_n - \frac{1}{2}\omega(1-\omega)\gamma_{n-1} \,, \\ - \frac{1}{6}\omega(1-\omega)\left(\omega - \frac{1}{2}\right) d_{n-1} + \frac{1}{24}\omega(2-\omega)(1-\omega^2)\varepsilon_{n-2} \end{aligned}\right\} (5)$$

et cette nouvelle formule serait évidemment la plus avantageuse pour des valeurs de l'argument voisines de $n + \frac{1}{2}$.

Le plus souvent, il ne s'agit pas de calculer une valeur isolée $a_{n+\omega}$, mais bien une série de valeurs équidistantes, dont l'ensemble forme une nouvelle table où la raison soit un certain sous-multiple de ce qu'elle était dans la table primitive. Les cas les plus fréquents sont ceux où on doit rendre les intervalles 2, 5 ou 10 fois plus petits, c'est-à-dire intercaler une, quatre ou neuf valeurs.

Pour le premier cas, nous pouvons profiter de la formule (5) qui donne

$$a_{n+\frac{1}{2}} = \alpha_n - \frac{1}{8}\gamma_{n-1} + \frac{3}{128}\varepsilon_{n-2} \,.$$

Pour les deux autres cas, nous conseillons plutôt la formule (4) et le travail sera fort abrégé par le tableau suivant qui donne, toutes calculées, les valeurs de ses coefficients.

NOMBRE des Intervalles.	COEFFICIENTS POUR LES moyennes des différences premières. $[\mp\omega]$	différences deuxièmes. $\left[+\frac{1}{2}\omega^2\right]$	moyennes des différ. troisièmes. $\left[\mp\frac{1}{6}\omega(1-\omega^2)\right]$	différences quatrièmes. $\left[-\frac{1}{24}\omega^2(1-\omega^2)\right]$
CINQ.	0,0	0,00	0,000	0,0000
	2	02	032	0016
	4	08	056	0056
	6	18	064	0096
	8	32	048	0096
	1,0	0,50	0,000	0,0000
DIX.	0,0	0,000	0,0000	0,0000000
	1	005	0165	0004125
	2	020	0320	0016000
	3	045	0455	0034125
	4	080	0560	0056000
	5	125	0625	0078125
	6	180	0640	0096000
	7	245	0595	0104125
	8	320	0480	0096000
	9	405	0285	0064125
	1,0	0,500	0,0000	0,0000000

L'exemple suivant, qui sera complété plus loin (§§ 21 et 23), montre l'utilité de ces résultats pour les officiers qui ont à construire, contrôler ou employer des tables de tir. Prenons celle du canon suisse de $8^c,4$, donnée dans la *Revue d'artillerie,* tome 1er, page 82. La portée y varie de 500 en 500 mètres, et les angles de projection y sont donnés dans une première colonne en degrés et minutes, dans une seconde en tangentes naturelles. En prenant ces dernières, les multipliant par 1000 pour avoir moins de chiffres, puis formant leurs différences successives, nous avons le tableau suivant:

PORTÉES.	tg φ	Δ tg φ	Δ² tg φ
500	13		
		23	
1000	36		2
		25	
1500	61		4
		29	
2000	90	(31)	4
		33	
2500	123		4
		37	
3000	160		7
		44	
3500	204		

et nous nous sommes proposé de construire avec cela une table de 100 en 100 mètres entre 1 500 et 2 500 mètres. Le tableau qui suit renferme, non-seulement le résultat avec les nouvelles différences, mais encore tout le détail des opérations; on voit que, pour la simplicité comme pour l'exactitude, cette solution est bien préférable à celle d'un tracé graphique ou à toute autre.

PORTÉES.	DÉTAIL DES OPÉRATIONS.	tg φ	Δ tg φ	Δ² tg φ
1500	90 — 31 × 1,0 + 4 × 0,50	61,00		
			5,48	
1600	0,8 32	66,48		0,16
			5,64	
1700	0,6 18	72,12		0,16
			5,80	
1800	0,4 08	77,92		0,16
			5,96	
1900	— 0,2 + 02	83,88		0,16
			6,12	
2000	90.	90,00		0,16
			6.28	
2100	+ 0,2 + 02	96,28		0,16
			6,44	
2200	0,4 08	102,72		0,16
			6,60	
2300	0,6 18	109,32		0,16
			6,76	
2400	0,8 32	116,08		0,16
			6,92	
2500	90 + 31 × 1,0 + 4 × 0,50	123,00		

On opérerait de même, de 500 à 1 500 mètres, avec la différence seconde 2, et de 2 500 à 3 500 mètres, avec la différence seconde 7.

§ 17. — *Différentiation.* La formule (1), ordonnée par rapport à ω, prend la forme

$$a_{n+\omega} = a_n + \omega\left(b_n - \frac{1}{2}c_n + \frac{1}{3}d_n - \frac{1}{4}e_n + \ldots\right)$$
$$+ \omega^2\left(\frac{1}{2}c_n - \frac{1}{2}d_n + \frac{11}{24}e_n - \ldots\right)$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

D'autre part, appliquons la formule de Taylor à l'expression a_{n+} , qui équivaut à $F(nw + \omega w) = F(P + \omega w)$; il vient, en désignant les dérivées par $F'(P)$, $F''(P)\ldots$,

$$a_{n+\omega} = a_n + \omega w \,.\, F'(nw)$$
$$+ \frac{1}{2}.\omega^2 w^2 \,.\, F''(nw) + \frac{1}{6}.\omega^3 w^3 \,.\, F'''(nw) + \ldots,$$

d'où, en égalant les coefficients des mêmes puissances de ω,

$$\left.\begin{aligned} F'(nw) &= \frac{1}{w}\left(b_n - \frac{1}{2}c_n + \frac{1}{3}d_n - \frac{1}{4}e_n + \ldots\right) \\ F''(nw) &= \frac{1}{w^2}\left(c_n - d_n - \frac{11}{12}e_n - \ldots\right) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\}. \qquad (6)$$

On reconnaît de suite, dans la première de ces formules, les coefficients de la série

$$\log(1+x) = \frac{x}{1} - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \ldots,$$

de sorte qu'on peut écrire *symboliquement*, en convenant de remplacer $x, x^2, x^3, x^4\ldots$ respectivement par $b_n, c_n, d_n, e_n\ldots$,

$$F'(nw) = \frac{1}{w}\log(1+x).$$

Les coefficients de la seconde formule sont ceux qu'on trouve en ordonnant par rapport à x le carré de

$$\frac{x}{1}-\frac{x^2}{2}+\frac{x^3}{3}-\frac{x^4}{4}+\ldots,$$

et on peut encore écrire, dans le même sens,

$$F''(nw)=w^{-2}[\log(1+x)]^2.$$

On aurait de même pour un exposant entier quelconque m,

$$F^{(m)}(nw)=w^{-m}[\log(1+x)]^m.$$

Ces formules, dues à Euler, donnent les dérivées par la série des différences de même indice. Pour la pratique, il est préférable d'en employer d'autres renfermant, comme (4), la série horizontale formée par les différences d'ordre pair qui sont sur la même ligne que a_n et les moyennes arithmétiques des différences d'ordre impair qui sont de part et d'autre de cette ligne. Pour obtenir de pareilles formules, nous n'avons qu'à identifier le théorème de Taylor avec le développement (4'); cela donne, en écrivant cette fois un ou deux termes au delà de la différence quatrième parce que la loi est loin d'être évidente, et en employant les lettres φ, η comme correspondantes de f, h:

$$\left.\begin{aligned}
F'(nw)&=w^{-1}\left(\beta_{n-1}-\frac{1}{6}\delta_{n-2}+\frac{1}{30}\varphi_{n-3}-\frac{1}{140}\eta_{n-4}+\ldots\right)\\
F''(nw)&=\quad w^{-2}\left(c_{n-1}-\frac{1}{12}e_{n-2}+\frac{1}{90}g_{n-3}-\ldots\right)\\
F'''(nw)&=\qquad w^{-3}\left(\delta^{n-2}-\frac{1}{4}\varphi_{n-3}+\frac{7}{120}\eta_{n-4}-\ldots\right)\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\}.\quad(7)$$

Ces formules sont simples et convergentes, et nous aurons à en faire plus loin d'importantes applications (§§ 21 et 23). Pour simplifier, on *peut y supprimer les indices, et on conviendra que les symboles* β, c, δ, e *désignent des nombres lus sur la même ligne que l'argument* nw, *les différences*

étant disposées comme elles le sont dans les tableaux des §§ 13 *et* 16. En s'arrêtant aux différences quatrièmes, les trois formules se présentent alors ainsi :

$$F' = \frac{1}{w}\left(\beta - \frac{\delta}{6}\right), \quad F'' = \frac{1}{w^2}\left(c - \frac{e}{12}\right), \quad F''' = \frac{\delta}{w^3}, \quad (7')$$

et c'est sous cette forme que nous les emploierons.

Tout cela suppose, bien entendu, que la valeur de l'argument pour laquelle il s'agit de calculer une dérivée est un multiple exact de la raison ; pour une valeur intercalaire, telle que $(n+\omega)w$, les dérivées d'ordre pair et celles d'ordre impair dépendront respectivement de quantités qui ne figurent pas dans le tableau, et que nous sommes amenés à représenter par

$$c_{n-1+\omega}, \quad e_{n-2+\omega} \cdots ; \qquad \beta_{n-1+\omega}, \quad \delta_{n-2+\omega} \cdots$$

Une valeur de la première espèce, par exemple $c_{n+\omega}$, s'obtiendra par la formule (4) en considérant c_n comme la fonction et d_n, e_n... comme ses différences première, seconde.... Pour une valeur de la seconde espèce, telle que $\beta_{n-1+\omega}$, on a par définition

$$\beta_{n-1+\omega} = \frac{1}{2}(b_{n-1+\omega} + b_{n+\omega});$$

mais on tire de la formule (2) en y remplaçant n par $n-1$, et de la formule (3) en y remplaçant ω par $-\omega$,

$$b_{n-1+\omega} = b_{n-1} + \omega c_{n-1} + \frac{1}{2}\omega(\omega-1)d_{n-2} - \cdots$$

$$b_{n+\omega} \quad = b_n + \omega c_{n-1} + \frac{1}{2}\omega(\omega+1)d_{n-2} - \cdots ;$$

en faisant la demi-somme et observant que

$$\frac{1}{2}\omega(\omega+1)d_{n-1} = \frac{1}{2}\omega^2\delta_{n-2} + \frac{1}{2}\omega e_{n-2},$$

il vient

$$\beta_{n-1+\omega} = \beta_{n-1} + \omega c_{n-1} + \frac{1}{2}\omega^2\delta_{n-2} + \frac{1}{2}\omega(2\omega+1)e_{n-2},$$

formule de laquelle on déduira, par analogie, celles relatives aux autres quantités de même espèce.

Nous nous contentons d'indiquer cette question, qui ne s'impose pas parce qu'il est toujours possible de la tourner. Ajoutons cependant qu'en opérant comme nous venons de le faire, on peut tirer de (5) des formules qui sont commodes pour calculer les dérivées correspondant à des valeurs de l'argument de la forme $n+\frac{1}{2}$, et par conséquent sont bonnes à connaître dans le cas où on fait des intercalations en *doublant* les intervalles.

§ 18. — *Intégration.* Si on construit une courbe en prenant pour abscisses les valeurs successives o, w, $2w$, $3w$... de la variable indépendante, et pour ordonnées les valeurs correspondantes a_0, a_1, a_2, a_3... de la fonction, l'aire de cette courbe comprise entre a_n et a_{n+1} est, en la désignant par A_n et observant que la différentielle de $(n+\omega)w$ est $w\,d\omega$,

$$A_n = w\int_0^1 a_{n+\omega}\,d\omega$$

$$= w\int_0^1 \left\{a_n+\omega.b_n-\frac{1}{2}\omega(1-\omega)c_n+\frac{1}{6}\omega(1-\omega)(2-\omega)d_n\ldots\right\}d\omega$$

$$= w\left(a_n+\frac{1}{2}b_n-\frac{1}{12}c_n+\frac{1}{24}d_n-\frac{19}{720}e_n+\ldots\right)^{(1)}. \quad (8)$$

Il est facile de vérifier qu'on retrouverait les coefficients de la dernière ligne en effectuant la division de 1 par la série

$$1-\frac{x}{2}+\frac{x^2}{3}-\frac{x^3}{4}-\frac{x^4}{5}-\ldots,$$

qui n'est autre chose que $\frac{1}{x}\log(1+x)$; on peut donc écrire

(1) C'est par cette formule que Bashforth a calculé ses *intégrales balistiques* X, Y, T. (*A mathematical Treatise on the motion of projectiles*, Londres, 1873.)

symboliquement, avec la convention de remplacer x^0, x^1, x^2, x^3... respectivement par a_n, b_n, c_n, d_n...,

$$A_n = w\left[\frac{\log(1+x)}{x}\right]^{-1}.$$

On tire de l'expression (4) une formule qui est bien plus convergente que celle résultant de (1). Si, en effet, on intègre (4) entre $-\frac{1}{2}$ et $+\frac{1}{2}$, les termes de rang pair, qui sont de degré impair en ω et deviennent de degré pair après l'intégration indéfinie, se détruiront dans la soustraction; ceux de rang impair, au contraire, se doubleront. On aura ainsi, en appelant B_n l'aire comprise entre $a_{n-\frac{1}{2}}$ et $a_{n+\frac{1}{2}}$:

$$B_n = w\int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} a_{n-\omega}\, d\omega$$

$$= 2w\int_0^{\frac{1}{2}}\left(a_n + \frac{1}{2}\omega^2 c_{n-1} - \ldots\right)d\omega$$

$$= w\left(a_n - \frac{1}{24}c_{n-1} - \frac{17}{5760}e_{n-2} + \frac{367}{967680}g_{n-3} - \ldots\right). \quad (9)$$

La formule (5), qui a son axe au milieu de l'intervalle, nous donnera une formule également très-convergente, mais ayant pour limites les ordonnées elles-mêmes. Pour l'intégrer, il est commode d'y faire $\omega = \frac{1}{2} + \omega'$, et de prendre ensuite les limites $-\frac{1}{2}$ et $+\frac{1}{2}$; il vient

$$A_n = w\left(a_n - \frac{1}{12}\gamma_{n-1} + \frac{11}{720}\varepsilon_{n-2} - \ldots\right), \quad (10)$$

les coefficients qui viendraient ensuite étant

$$\frac{191}{60480}, \quad \frac{2497}{3628800}\ldots$$

Si nous passons du cas de deux ordonnées consécutives

à celui de deux ordonnées quelconques a_n et a_m, l'aire $A_{n,m}$ comprise entre elles est

$$\begin{aligned} A_{n,m} &= A_n + A_{n+1} + \ldots + A_{m-1} \\ &= w\left(\Sigma\alpha_x - \frac{1}{12}\Sigma\gamma_{x-1} + \frac{11}{720}\Sigma\varepsilon_{x-2} - \ldots\right), \end{aligned}$$

les signes Σ portant sur les valeurs n, $(n+1)$, $(n+2)$, $\ldots(m-1)$ de x, ou, ce qui sera peut-être plus clair, embrassant les valeurs α, γ, $\varepsilon\ldots$ qui se trouvent entre les deux lignes horizontales a_n, a_m. Ces sommes se simplifient considérablement. On a, pour la première,

$$\Sigma\alpha_x = \frac{1}{2}(a_n + a_{n+1}) + \frac{1}{2}(a_{n+1} + a_{n+2}) + \ldots + \frac{1}{2}(a_{m-1} + a_m),$$

d'où, en appelant S la somme des ordonnées a_n, $a_{n+1}\ldots a_m$,

$$\Sigma\alpha_x = S - \frac{1}{2}(a_n + a_m).$$

Si on observe ensuite que les quantités γ_{n-1}, $\varepsilon_{n-2}\ldots$ jouent évidemment le rôle de différences par rapport aux quantités β_{n-1}, $\delta_{n-2}\ldots$ on en conclut

$$\Sigma\gamma_{x-1} = \beta_{m-1} - \beta_{n-1}, \quad \Sigma\varepsilon_{x-2} = \delta_{m-2} - \delta_{m-1}\ldots,$$

et par suite

$$\begin{aligned} A_{n,m} = w\Big\{ S &- \frac{1}{2}(a_n + a_m) - \frac{1}{12}(\beta_{m-1} - \beta_{n-1}) \\ &+ \frac{11}{720}(\delta_{m-2} - \delta_{n-2})\ldots\Big\}. \end{aligned} \tag{11}$$

Cette formule n'est plus applicable dans le cas où on veut l'aire de la courbe depuis la *première* ordonnée a_0 jusqu'à la *dernière* que nous désignerons par a_p. Le tableau suivant, où on a supposé $p = 5$, montre en effet que les quantités β, $\delta\ldots$ qui dépendent de m n'existent plus si on suppose $m = 0$, ni celles qui dépendent de n si on suppose $n = p$. Pour y suppléer, imaginons qu'on complète toutes les colonnes en les déduisant, non plus de la *pre-*

mière colonne à gauche, ce qui est impossible, mais de la *dernière colonne à droite*, qui est celle où toutes les diffé-

a	Δa	$\Delta^2 a$	$\Delta^3 a$	$\Delta^4 a$
a_0				
$[\alpha_0]$	b_0			
a_1	(β_0)	c_0		
$[\alpha_1]$	b_1	$[\gamma_0]$	d_0	
a_2	(β_1)	c_1	(δ_0)	e_0
$[\alpha_2]$	b_2	$[\gamma_1]$	d_1	$[\varepsilon_0]$
a_3	(β_2)	c_2	(δ_1)	e_1
$[\alpha_3]$	b_3	$[\gamma_2]$	d_2	
a_4	(β_3)	c_3		
$[\alpha_4]$	b_4			
a_5				

rences ont une valeur constante, et qui sera prolongée de part et d'autre jusqu'aux lignes extrêmes. En prenant le cas du tableau, on aura d'abord

$$\left.\begin{array}{l} b_5 = b_4 + c_3 + d_2 + e_1 \\ b_{-1} = b_0 - c_0 - d_0 - e_0 \end{array}\right\}, \text{ d'où } \left\{\begin{array}{l} \beta_4 = b_4 + \frac{1}{2}(c_3 + d_2 + e_1) \\ \beta_{-1} = b_0 + \frac{1}{2}(c_0 + d_0 + e_0) \end{array}\right.$$

Ensuite on trouvera de même d_3 et d_{-1}, puis, en répétant une seconde fois le procédé, d_4 et d_{-2}; on en déduira, en prenant la moyenne de d_3 et d_4, ainsi que celle de d_{-1} et d_{-2},

$$\delta_3 = \frac{1}{2}d_2 + \frac{3}{2}e_1, \quad \delta_{-2} = d_0 - \frac{3}{2}e_0 .$$

Continuant ainsi et substituant dans (11), on trouve l'expression suivante, qui donne l'aire totale A,

$$A = w\left\{S - \frac{1}{2}(a_p + a_0) - \frac{1}{12}(b_{p-1} - b_0) - \frac{1}{24}(c_{p-2} - c_0)\right.$$
$$\left. - \frac{19}{720}(d_{p-3} - d_0) - \frac{3}{160}(e_{p-4} - e_0) - \ldots\right\} \qquad (12)$$

Telle est la formule de quadrature qu'il y a le plus d'avantage à employer quand on possède un tableau contenant un certain nombre de valeurs équidistantes et leurs différences des divers ordres. Son premier terme S n'est autre chose que la somme de ces valeurs ; les termes suivants, tous affectés du signe —, sont obtenus en ajoutant le premier terme au dernier pour chaque colonne de rang pair (y compris celle de rang 0), et l'en retranchant pour chaque colonne de rang impair ; enfin les coefficients des termes successifs sont les mêmes, en valeur absolue, que ceux du développement de $\left[\frac{\log(1+x)}{x}\right]^{-1}$.

Quant à la formule (10), elle servira, et sera précieuse, dans le cas où on a à calculer séparément les valeurs

$$\left.\begin{matrix} A_0 \\ A_1 \\ A_2 \\ \ldots \end{matrix}\right\}, \text{ ou } \left\{\begin{matrix} A_0 \\ A_0 + A_1 \\ A_0 + A_1 + A_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{matrix}\right.$$

et à en former des tables. Tel sera le cas pour les *durées de trajet* (§ 24).

IV. CALCUL DES ÉLÉMENTS QUI N'ONT PAS ÉTÉ OBSERVÉS.

§ 19. — Reprenant la question au point où nous l'avons laissée § 13, nous nous proposons de compléter ce que nous appelions le *commencement de la table de tir*, c'est-à-dire d'y ajouter, dans une nouvelle série de colonnes, divers éléments que les expérimentateurs n'ont pas relevés, mais qui sont néanmoins déterminés en vertu des résultats qu'on possède, et qui doivent être connus de l'officier.

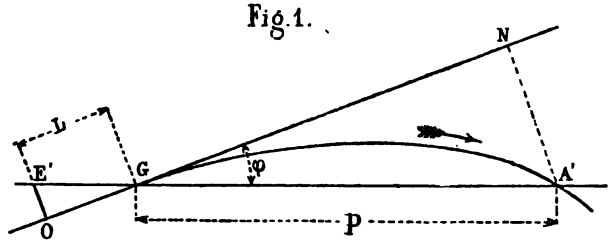
Chacun de ces éléments fait l'objet d'un des paragraphes qui suivent.

Presque tous dépendent de l'angle de projection φ, et celui-ci peut être exprimé, soit en fractions de la circonférence, soit en tangentes. Dans le premier cas, c'est la *minute* qui convient le mieux comme unité ; mais disons, une fois pour toutes, qu'il est préférable d'employer les tangentes, parce qu'avec elles les différences diminuent presque toujours plus rapidement. En prenant ces tangentes dans le cercle de rayon 1000, on en simplifiera l'écriture, on diminuera les chances de fautes de calcul, et on pourra y voir des grandeurs concrètes, savoir : *les hausses, en millimètres, pour une ligne de mire naturelle de* 1 *mètre de long.* Nous désignerons désormais par la notation **tg** les tangentes ainsi comptées.

Nous aurons souvent à employer les différences des divers ordres de ces tangentes, et par conséquent on devra en faire le tableau, si on ne l'a déjà comme ayant servi dans le travail de la compensation (§ 13).

§ 20. — *Hausses verticale et horizontale.* Le pointage l'effectue au moyen d'une ligne de mire déterminée par un guidon G et un œilleton E ;

Fig. 1.



le premier est fixé sur la partie antérieure ou moyenne de la pièce ; le second ne peut pas sortir d'un certain plan perpendiculaire à l'axe et appelé *plan de la hausse,* mais peut y recevoir une infinité de positions différentes. Les hausses x et y sont les deux coordonnées de l'œilleton

rapportées, dans ce plan, à un système d'axes ayant pour origine le pied O de la perpendiculaire abaissée du sommet du guidon, et pour directions celles des horizontales et des lignes de pente du plan. Elles doivent être déterminées de telle sorte qu'il suffise de diriger sur le but A la ligne de visée EG, pour que la pièce ait à la fois l'orientation et l'inclinaison qui font passer la trajectoire par ce point. *On simplifie leurs relations avec l'angle de projection en considérant les dimensions du canon comme infiniment petites par rapport à la distance du but*, c'est-à-dire en confondant ensemble : — l'axe de la pièce et sa parallèle GO ; — les plans verticaux qui contiennent ces deux lignes, et que nous appellerons indifféremment le *plan de tir*; — le centre de la bouche et le sommet du guidon, que nous considérerons indifféremment comme l'origine de la trajectoire..., etc.

Soit alors NGA′ le plan de tir, A′ la projection du but A sur ce plan, et E′ celle de l'œilleton E; le but sera *à droite* du plan, à l'extrémité d'une perpendiculaire de longueur A′A = D (dérivation), et l'œilleton sera *à gauche*, à l'extrémité d'une perpendiculaire de longueur E′E = x. Abaissons en outre la perpendiculaire A′N sur la ligne GO, et appelons L la longueur OG. En admettant que la ligne de projection, ou la tangente initiale de la trajectoire, coïncide exactement avec l'axe de la pièce prolongé, l'angle OGE′ est égal à φ, et le triangle OGE′ donne

$$y = L \operatorname{tg}\varphi . \qquad (1)$$

Il résulte en outre de la similitude des triangles EE′O, AA′N,

$$\frac{EE'}{E'O} = \frac{AA'}{A'N}, \quad \text{ou } \frac{x}{y} = \frac{D}{P \sin\varphi},$$

et si on désigne par ψ l'angle A′GA, on a

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{D}{P}, \quad x = \frac{\operatorname{tg}\psi}{\sin\varphi} y . \qquad (2)$$

En général, le premier élément de la trajectoire a une direction qui s'éloigne plus ou moins de la pièce, et que nous définirons par l'angle ε que sa projection sur le plan de tir fait avec cet axe, et l'angle η que les projections horizontales des deux lignes font ensemble. On est donc amené à considérer dans le pointage, en plus de l'angle φ ou *angle de projection*, d'autres angles qui ont reçu les dénominations suivantes :

ε, *angle de relèvement*, considéré comme positif quand le premier élément de la trajectoire est au-dessus de l'axe de la pièce,

$\varphi - \varepsilon$, *angle vertical de tir*, ψ, *angle horizontal de tir*, η, *angle d'écart latéral*.

Dans les circonstances ordinaires, les angles ε et η ne sont pas connus, et on fait comme s'ils n'existaient pas ; mais dans les expériences qui ont pour but l'établissement des tables, il est nécessaire d'en tenir compte, c'est-à-dire de remplacer les formules (1) et (2) par

$$y = \mathrm{L}\,\mathrm{tg}(\varphi - \varepsilon)\,, \quad x = \frac{\mathrm{tg}(\psi \pm \eta)}{\sin(\varphi - \varepsilon)} y\,. \qquad (1', 2')$$

On admet que ces angles restent sensiblement les mêmes pendant une certaine série de coups, et on les détermine de la manière suivante. Après avoir pointé la pièce horizontalement, on place à une dizaine de mètres en avant et perpendiculairement au plan de tir, un panneau en carton sur lequel on marque très-exactement la trace de la ligne de mire : cela se fait au moyen d'une petite règle blanche dont le pointeur fait successivement placer le bord dans deux plans différents passant par cette ligne. Le coup tiré, on mesure les projections horizontale et verticale de cette trace au centre du trou fait par le projectile, et on les compare à celles de la distance du sommet du guidon à l'axe de la pièce, données par les tables de construction.

En substituant dans les formules (1′, 2′), ou, à défaut des angles ε et η, dans les formules (1, 2), les valeurs φ,

D correspondant aux portées $P_1 = w$, $P_2 = 2w$, $P_3 = 3w$..., on formera deux nouvelles colonnes de la table de tir, intitulées *hausses verticales* et *hausses horizontales*.

Si on a compensé les dérivations par la formule indiquée § 8, savoir :

$$D = u(k_0 + k_1 u + k_2 u^2 + \ldots), \quad u = P \sin\varphi,$$

le polynome $k_0 + k_1 u + k_2 u^2 + \ldots$ ne sera pas autre chose que le rapport de x à y. Dans le cas où le second terme et les suivants pourront être négligés en présence du premier k_0, on aura $x = k_0 y$,

c'est-à-dire que *le lieu des positions successives de l'œilleton sera une ligne droite*, et que le pointage pourra s'effectuer avec une hausse d'une seule pièce, mobile dans un canal ayant pour axe cette ligne ou une parallèle. Alors il n'y aura qu'une seule colonne intitulée *hausses*, et ses termes h seront donnés par la formule

$$h = \frac{y}{\cos i} = \frac{L\,\mathrm{tg}(\varphi - s)}{\cos i}, \qquad (1'')$$

i désignant l'angle dont k_0 est la tangente, et qu'on appelle l'*inclinaison de la Hausse*.

Toute table destinée à l'usage des troupes doit renfermer une colonne spéciale faisant connaître, pour chaque distance P, *la variation de hausse qui donne une augmentation ou une diminution de portée de* 10 *mètres*. Si la raison w est de 100 mètres, cette colonne se formera tout simplement en prenant les différences premières de celle dont il vient d'être question et les divisant par 10; pour une valeur quelconque w, il faudra multiplier ces différences par $\frac{10}{w}$, et, dans le cas où w serait beaucoup plus grand que 100 mètres, il y aurait à faire subir au résultat ainsi obtenu une correction basée sur les principes du § 17.

E. Jouffret, *capitaine d'artillerie*,
Adjoint au professeur du cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau.

(*A suivre.*)

DES PRINCIPES A OBSERVER
POUR ASSURER L'EFFICACITÉ DES PROJECTILES D'ARTILLERIE

Par le lieutenant E. Clayton, de l'Artillerie royale.

Essai couronné en 1873 par l'Institut royal de l'Artillerie.

(Extrait du *Compte rendu des travaux de l'Institut royal de l'Artillerie*, n° 5, vol. VIII (Woolwich, 1873). Traduit de l'anglais par le capitaine de Saint-Périer.)

. . . . . *Amphora cœpit*
Institui, currente rotâ cur urceus exit?

Il est d'une grande importance de se rendre très-exactement compte des principes qui règlent l'efficacité des projectiles d'artillerie, afin de tirer le meilleur parti possible du matériel actuellement en service, et aussi pour connaître avec certitude la direction à suivre dans les recherches entreprises pour le perfectionner.

Ces principes se divisent en deux classes : 1° ceux qui sont relatifs à la probabilité d'atteindre le but ; 2° ceux qui ont rapport aux effets produits après le choc. On passera d'abord en revue les principes de la première classe.

La forme de la trajectoire que décrit dans l'air le projectile est déterminée par les trois forces qui agissent sur lui : la force de projection, la pesanteur et la résistance de l'air. On n'a pas à développer ici la théorie du mouvement produit ; on le considérera seulement au point de vue des résultats pratiques.

Deux conditions doivent être satisfaites pour que la chance d'atteindre le but soit aussi grande que possible : il faut que le tir ait une grande justesse et que la trajectoire soit très-tendue. On s'efforce d'obtenir la justesse en donnant au projectile un mouvement de rotation autour d'un axe qui coïncide avec celui de la pièce, de manière à contre-balancer l'effet dû à la résistance de l'air et à la densité inégale des différentes parties du projectile qui, en

déplaçant le centre de gravité, rend le mouvement dans l'âme irrégulier. Cette disposition permet en outre l'usage de projectiles allongés pour lesquels, à poids égal, la résistance de l'air est moindre que pour les projectiles sphériques ; on obtient ainsi une portée plus grande. Pour obtenir le mouvement de rotation, on a imaginé de nombreux procédés, les uns affectant d'organes symétriques les projectiles et les bouches à feu, les autres armant les projectiles seuls de dispositifs spéciaux. Les appareils du dernier genre n'ont pas été adoptés dans la pratique : toutes les nations se servent de pièces et d'armes portatives munies de rayures.

Conditions auxquelles doivent satisfaire les systèmes de rayures. — Tous les systèmes de rayures sont régis par certains principes communs ; ils doivent tous satisfaire à certaines conditions bien déterminées.

Les conditions à remplir sont les suivantes : la vitesse de rotation doit être suffisante pour maintenir le projectile dans la direction du tir ; le projectile doit être centré au moment où il quitte l'âme de la pièce, de manière que le mouvement de rotation ait lieu exactement autour de son axe de figure ; s'il en était autrement, la rotation deviendrait excentrique, ce qui donnerait à la résistance de l'air une valeur plus grande d'un côté que de l'autre, et nuirait à la justesse ; enfin, l'axe de rotation du projectile doit être stable à la sortie de l'âme.

Longueur du pas. — Pour déterminer le pas qu'il convient de donner à la rayure d'une pièce, il faut tenir compte des principes suivants :

Un projectile plein demande une plus grande vitesse de rotation et, par suite, un pas plus court qu'un obus du même poids, parce que, dans ce dernier, la masse est reportée plus près de la circonférence du projectile, et, par conséquent, le mouvement de rotation est augmenté.

Pour un même calibre, la longueur du pas doit diminuer quand la longueur du projectile augmente, parce

que, dans un projectile long, la résistance de l'air a plus de chances de faire pivoter le projectile autour de son petit axe, en raison du plus grand bras de levier sur lequel elle agit.

Moins la densité du métal employé sera grande, plus le pas devra être court, car un projectile perd sa vitesse de rotation d'autant plus rapidement qu'il est plus léger.

Le centre de gravité d'un projectile doit être aussi près que possible de son centre de figure, pour assurer la régularité du mouvement.

Plus la vitesse initiale sera grande, plus la vitesse de rotation devra être considérable, à cause de l'augmentation de la résistance de l'air ; mais, avec un pas donné, ces deux vitesses sont dans un rapport constant : quand l'une augmente, l'autre augmente dans la même proportion et le pas peut rester le même malgré l'accroissement de la vitesse initiale.

La forme de la tête du projectile a aussi une influence sur la longueur de pas à adopter, car dans le cas d'un projectile à tête aplatie, la résistance de l'air s'exerce presque à angle droit sur la tête, et a, par conséquent, plus d'effet que dans le cas d'une tête hémisphérique ou allongée, le long de laquelle les fluides divisés glissent facilement.

Par conséquent, quand on veut déterminer le pas qu'il convient de donner à la rayure d'une pièce, il faut considérer le projectile le plus défavorable parmi ceux que la pièce doit lancer et adopter un pas suffisant pour que le mouvement régulier de ce projectile soit assuré jusqu'à la portée extrême. On sera sûr alors que ce pas suffira dans tous les cas. Il serait très-difficile de soumettre cette question au calcul, il faut la résoudre à l'aide de l'expérience.

Détermination du rapport entre le poids du projectile et son calibre ; tension de la trajectoire. — Un point important, c'est la détermination du rapport qui doit exister entre le poids du projectile et son calibre. Avec les pièces lisses et les projectiles sphériques, cette question ne se présentait pas ;

mais aujourd'hui, il est nécessaire de résoudre cette question délicate et de décider quelle est la meilleure proportion entre le poids et le calibre. Les considérations relatives à la tension de la trajectoire ont ici une grande influence.

La tension de la trajectoire est avantageuse sous plusieurs rapports; elle permet d'obtenir :

1° Plus de justesse ;

2° Une plus grande puissance de choc; elle implique, en effet, une vitesse plus forte et, par conséquent, une énergie plus considérable dans le choc;

3° Une plus grande longueur battue, car le projectile parcourt alors une plus grande étendue en restant à la hauteur de l'objet visé.

On a dit plus haut qu'à une trajectoire plus tendue correspond une plus grande vitesse; les projectiles s'abaissent, en effet, vers le sol de quantités égales dans des temps égaux, et plus grande est leur vitesse, plus grand est l'espace qu'ils parcourent pendant qu'ils s'abaissent d'une quantité donnée. Il ne faut pas, d'ailleurs, oublier que la tension de la trajectoire est en réalité le résultat, non pas de la vitesse initiale, mais bien de la vitesse restante lorsque le projectile arrive à proximité des objets visés, et qu'il n'est pas du tout certain qu'un projectile qui aura la plus grande vitesse initiale aura nécessairement la plus grande vitesse restante après un parcours déterminé. Il peut, en effet, arriver qu'un projectile qui, par sa forme, éprouve beaucoup de résistance dans l'air, sorte de la pièce avec une vitesse initiale bien plus forte que celle d'un projectile construit de manière à n'éprouver que peu de résistance, et que le premier, perdant sa vitesse assez rapidement, soit dépassé, après un certain parcours, par le second qui aura mieux conservé la sienne.

On cherchera donc à obtenir la plus grande vitesse restante possible.

De deux projectiles du même poids et de même forme à la pointe, celui qui est le plus long et a le plus petit

calibre éprouvera moins de résistance dans l'air et perdra par suite moins de vitesse. On en déduit qu'il faut avoir des pièces de petit calibre et des projectiles allongés.

Mais certaines considérations conduisent à des conclusions contraires.

Il est vrai que de deux projectiles partant avec la même vitesse, celui dont le calibre est le plus petit conservera le mieux la sienne ; mais avec une pièce de très-petit calibre, la gargousse devient très-longue, et une partie de la poudre est projetée sans être brûlée, à moins que la pièce ne soit d'une longueur démesurée, de sorte que le projectile ne prendra pas la même vitesse qu'un autre tiré dans une pièce de plus fort calibre brûlant toute la poudre. De plus, le projectile plus long nécessite un pas plus court, ce qui fatigue davantage la pièce. Enfin, la capacité intérieure d'un long obus est moindre que celle d'un obus plus court du même poids ; de sorte qu'une trop grande diminution de calibre influe d'une manière fâcheuse sur les effets d'éclatement.

Lorsqu'on détermine le calibre à donner à la pièce qui doit tirer un projectile d'un poids déterminé, on doit donc mettre en parallèle les avantages et les inconvénients qui viennent d'être énumérés. Le calibre sera fixé en définitive par les considérations suivantes.

Le diamètre de l'âme doit être réduit en ayant égard aux deux conditions suivantes : On doit pouvoir faire brûler dans l'âme asez de poudre pour que le projectile conserve, à sa portée extrême, la vitesse restante qu'on aura jugée nécessaire ; d'autre part, la puissance d'éclatement de l'obus ou du shrapnel doit être suffisante.

On peut donner, même à un projectile de petit calibre, une très-grande vitesse initiale avec une pièce se chargeant par la culasse, en pratiquant une chambre à l'emplacement de la gargousse, ce qui en diminue la longueur, accélère la combustion de la poudre et produit ainsi une plus grande tension de trajectoire. On a annoncé dernière-

rement que les Français avaient fait une pièce de campagne lançant son projectile avec la vitesse initiale extraordinaire de 2000 pieds par seconde (610 mètres). Si cela est exact, ce résultat a probablement été obtenu en employant une chambre. Il serait bon de chercher si on peut trouver un dispositif analogue pour les pièces se chargeant par la bouche.

Une autre considération importante est celle-ci: comme avec un plus petit calibre il suffit d'une moindre vitesse initiale pour obtenir une vitesse restante donnée, le recul sera moindre et, par conséquent, on pourra réduire le poids de la pièce et celui de l'affût, ce qui est important pour la mobilité de l'artillerie de campagne.

Le surcroît de fatigue occasionné aux pièces par la diminution du pas, ne sera point d'ailleurs assez sensible pour qu'on ait à en tenir compte si l'on reste, relativement à la diminution du calibre, dans les limites pratiques.

Toutes les considérations jusqu'ici développées s'appliquent à tous les systèmes d'artillerie rayée. On va maintenant rechercher les principes qui doivent conduire à adopter de préférence tel ou tel d'entre eux.

Classification des différents systèmes d'artillerie rayée d'après la nature de leurs projectiles; conditions auxquelles ils doivent satisfaire sous ce rapport. — Tous les systèmes proposés jusqu'à présent peuvent se diviser en quatre classes :

1° Pièces se chargeant par la bouche ou par la culasse, avec projectiles en métal dur s'adaptant exactement à la forme de l'âme.

2° Pièces se chargeant par la culasse, avec projectiles d'un diamètre un peu supérieur au calibre, recouverts d'une enveloppe en métal mou qui se force dans les rayures quand l'explosion de la poudre chasse le projectile dans l'âme.

3° Pièces se chargeant par la bouche ou par la culasse, avec projectiles en métal dur ayant à leur base une partie expansible en métal mou.

4° Pièces se chargeant par la bouche ou par la culasse, avec projectiles garnis d'ailettes saillantes en métal mou.

L'expérience montre que tous ces systèmes donnent des résultats analogues quant à la justesse du tir, si on les emploie dans les conditions convenables de charge, de pas des rayures, etc., de sorte qu'il faut avoir recours à d'autres considérations pour faire un choix.

On remarquera d'abord que les pièces du deuxième système se chargent nécessairement par la culasse. Sans entrer ici, par suite du manque d'espace, dans la discussion des mérites comparatifs des deux chargements par la bouche et par la culasse, on se bornera à faire observer que si le chargement par la bouche a été antérieurement reconnu préférable, les systèmes de cette classe se trouvent forcément exclus.

Les autres conditions à examiner, avant de prendre une décision, sont les suivantes :

1° Facilité, économie et certitude de réussite dans la fabrication.

2° Facilité plus ou moins grande de dégradation ou de détérioration des projectiles. — Les projectiles en fer ou en acier, s'adaptant exactement à l'âme sont sujets à se rouiller, inconvénient grave, car, par suite de leur faible vent, la moindre saillie du métal fera coincer le projectile dans l'âme, soit pendant le chargement, soit au moment du tir. Quand les projectiles sont pourvus d'enveloppes molles ou d'ailettes, ces organes se détériorent pendant les transports; il semble, en outre, que la présence des alvéoles diminue la résistance de la paroi.

3° Danger de coincement dans l'âme. — Les projectiles en métal dur, s'adaptant exactement à l'âme, sont sujets à cet inconvénient, soit par imperfection de fabrication, soit par suite de la rouille, à cause de leur faible vent. On a vu aussi des projectiles à ailettes se coincer parce que les ailettes, sortant des rayures, portaient sur les cloisons.

4° Sécurité dans le service. — Les premiers projectiles à

enveloppe de plomb étaient dangereux à tirer par-dessus la tête des troupes, par suite de l'arrachement du plomb. On a remédié, du reste, à cet inconvénient.

5° Facilité plus ou moins grande de dégradation de la pièce.

6° Fusées. — Dans les systèmes qui n'ont pas de vent, ou très-peu, les fusées ne peuvent s'enflammer par l'explosion de la charge. Il faut alors des systèmes percutants compliqués pour enflammer les fusées à temps, ce qui en rend l'action incertaine et en augmente le prix. Les Allemands, cependant, prétendent que leur fusée à temps agit convenablement si on l'emploie quand elle est neuve, et avant qu'elle n'ait eu le temps de se détériorer.

On n'a, jusqu'ici, considéré que la première partie de la question, c'est-à-dire les principes relatifs à la probabilité de toucher le but : on a pu les discuter d'une manière générale, sans spécifier la nature du but. On va maintenant examiner les effets produits par les projectiles; on devra avoir égard, dans cette deuxième partie, à la diversité des services qui incombent à l'artillerie et à la nature variable des objets à détruire.

On considérera ces services dans l'ordre suivant :

1° Artillerie de marine et de côte;
2° — de place et de siége;
3° — de campagne.

Et, dans chaque cas, on examinera les principes et les conditions pratiques qui permettent d'obtenir le plus d'effet.

I. — SERVICE DE LA MARINE ET DÉFENSE DES COTES.

Pièces armant les vaisseaux. — On peut avoir à employer les pièces qui arment les vaisseaux contre des buts de natures très-diverses, vaisseaux cuirassés ou non, batteries de côte et fortifications en terre, en maçonnerie, cuirassées, enfin dans les bombardements.

Tir contre les vaisseaux cuirassés. — On peut attaquer les vaisseaux cuirassés de deux manières : soit en *perforant* leur blindage et leur muraille, soit en *ébranlant* l'ensemble de la construction, la liaison des diverses parties étant détruite par le choc de lourds projectiles qui ne percent pas la cuirasse.

On a vu dans les dernières guerres d'Amérique quelle quantité énorme de projectiles un vaisseau pouvait recevoir sans être désemparé, tant que sa cuirasse n'était pas traversée ; aussi, en Angleterre, considère-t-on le mode d'attaque par perforation comme le plus efficace.

On a déterminé les principes relatifs au pouvoir de pénétration des projectiles en partie par des recherches mathématiques, en partie par l'expérience. Avant de les exposer, il est nécessaire de définir le sens attaché au terme « *énergie* ».

L' « *énergie* » est le travail développé par un projectile quand il frappe un objet ; elle est égale à $\frac{wv^2}{2g}$, formule dans laquelle w représente le poids du projectile, v la vitesse restante par seconde, g l'accélération due à la pesanteur. En exprimant w en livres, v en pieds, on obtient l'*énergie* en livres-pieds (*foot-pounds*), on a trouvé que le pouvoir de pénétration dans les plaques isolées décroît quand le diamètre du projectile augmente ; on exprime par suite généralement l'énergie en tonnes-pieds (*foot-tons*), par pouce de circonférence du projectile. On a ainsi la formule $\frac{wr^2}{4\pi rg \times 2240}$ qui représente l'énergie en tonnes-pieds par pouce de circonférence.

Les principes suivants ont été déterminés par les expériences contre les plaques :

Les projectiles pleins en acier, de même diamètre et de même forme à la pointe, pénètrent dans les plaques de fer sans matelas avec la même facilité, quand ils possèdent la même énergie en atteignant le but, cette énergie pouvant

d'ailleurs résulter de combinaisons diverses de poids et de vitesses dans les limites pratiques, c'est-à-dire qu'on obtient dans ces limites le même effet avec un petit projectile à grande vitesse qu'avec un gros projectile à faible vitesse.

Les projectiles pleins en acier, de différents diamètres, ont la même pénétration s'ils frappent avec une énergie proportionnelle à leur diamètre.

La résistance des plaques de fer sans matelas varie comme le carré de leurs épaisseurs.

D'après les deux premiers principes, on voit facilement que l'on peut poser comme une loi générale que les projectiles pleins en acier, de même forme à la pointe, ont la même pénétration quand ils possèdent, au moment du choc, la même énergie par pouce de circonférence.

En tirant obliquement sur des plaques de fer, on a trouvé que, dans tous les cas, tant que le projectile ne ricoche pas sur la plaque, la pénétration est proportionnelle au sinus de l'angle de la ligne de tir avec la surface de la plaque.

En expérimentant des projectiles de différents métaux, on a trouvé qu'avec la fonte ordinaire il faut, pour percer les plaques, une très-grande vitesse; mais si l'on emploie des métaux durs tels que l'acier ou la fonte durcie, une très-grande vitesse n'est plus aussi nécessaire, les effets restant d'ailleurs égaux lorsque les projectiles, tout en variant de poids et de vitesse dans les limites pratiques, possèdent, au moment du choc, la même énergie.

Quant à la meilleure forme à donner à la tête des projectiles, on a trouvé que, contre les plaques sans matelas, la forme de la tête, qu'elle fût plate, hémisphérique ou pointue, n'avait que peu d'importance. Contre les plaques avec matelas, la forme ogivale de la tête présente de grands avantages. Quand des projectiles à tête plate ou hémisphérique percent une plaque matelassée, ils arrachent un morceau de fer qu'ils emportent avec eux en pénétrant dans le matelas sans pouvoir s'en débarrasser; tandis que

seur ne sera pas supérieure de plus d'un pouce au diamètre de l'obus. On a ainsi une indication approchée sur la puissance des pièces relativement à la résistance des cuirasses.

6° La résistance des plaques est peu augmentée par un matelas élastique, mais elle l'est beaucoup par un matelas rigide.

Tir contre les vaisseaux non cuirassés. — Contre les vaisseaux non cuirassés, le projectile le plus efficace sera un obus ordinaire, armé d'une fusée percutante ne fonctionnant pas quand l'obus ricoche sur l'eau, mais produisant l'éclatement lorsqu'il frappe la muraille du vaisseau. On peut tirer ces obus avec les mêmes pièces qui lancent des projectiles Palliser contre les vaisseaux cuirassés, ou avec des pièces de plus faible calibre.

Tir contre les forts de mer et les batteries de côte. — Les batteries et fortifications de côte sont construites en fer et maçonnerie combinés, ou en terre.

1° *En fer et maçonnerie combinés.* — Le tir contre des forts en fer est soumis aux mêmes conditions que celui contre les vaisseaux cuirassés.

On a trouvé que la maçonnerie est rapidement ruinée par le tir de gros obus pleins ou creux, en fer ou en acier, exécuté à des portées inférieures à 1 000 yards. Mais il est très-douteux que, dans les guerres actuelles, les vaisseaux puissent obtenir une justesse et une rapidité de tir suffisantes contre un fort, le pointage étant rendu incertain par la fumée non-seulement de leurs propres pièces, mais de celles du fort; et si les embrasures de celui-ci sont protégées par des boucliers en fer, les pièces des casemates pourront continuer leur feu longtemps après que la maçonnerie aura commencé à être ruinée; de sorte que si de tels ouvrages étaient armés de grosses pièces, il serait très-possible que les vaisseaux fussent obligés de cesser leur attaque et de s'éloigner avant d'en avoir pu éteindre le feu.

Ceci s'applique encore mieux à des forts en fer, dont le blindage métallique serait renforcé par un matelas rigide : ceux-ci seraient probablement inattaquables pour des vaisseaux, à moins qu'on ne pût les accabler sur tout leur pourtour par un feu écrasant.

Il est possible que de lourds projectiles sphériques, tels que ceux que tire le canon américain à âme lisse, aient plus d'effet contre la maçonnerie que les obus allongés pleins ou explosifs, par suite de l'effet d'ébranlement résultant de leur choc; mais il faut remarquer qu'il n'est guère probable que les vaisseaux puissent s'approcher à petite portée des ouvrages, et, à une grande portée, la justesse de tir des pièces lisses est considérablement diminuée. De plus, il serait peu sage de compliquer l'armement d'un vaisseau en vue d'obtenir un avantage qui, en tout cas, ne serait pas bien grand.

2° *En terre.* — Il est préférable d'attaquer des ouvrages en terre avec de gros obus contenant de fortes charges explosives, qui ruinent les parapets, comblent les embrasures et démontent les pièces. La possibilité de l'emploi de pareilles charges doit entrer en ligne de compte lorsqu'on discute le calibre à adopter.

On se servira aussi avec avantage des shrapnels contre les navires ou les ouvrages en terre, si les pièces sont montées de façon que les servants puissent être atteints.

On a reconnu que les projectiles oblongs peuvent, sans cesser d'être efficaces, traverser une grande profondeur d'eau; et il y a lieu d'examiner si l'on peut attaquer des vaisseaux avec avantage au moyen de projectiles les frappant au-dessous de la ligne de flottaison. La condition nécessaire pour que cet effet se produise est que le projectile frappe l'eau sous un angle suffisamment grand pour ne pas ricocher, mais aussi rapproché que possible de cette limite, sans quoi il passerait au-dessous de la quille; il doit aussi, pour la même raison, frapper l'eau assez près du

vaisseau. Il faudrait probablement tirer un grand nombre de coups avant qu'un seul produisît de l'effet, et il y aurait lieu de faire des expériences pour déterminer la chance d'obtenir ainsi un coup heureux, et pour reconnaître si cette méthode d'attaque produirait plus d'effet que le tir contre la partie non immergée du vaisseau.

Le feu courbe contre les vaisseaux produirait aussi de grands effets s'il était possible d'obtenir une justesse suffisante; mais, quant à présent, on ne possède en Angleterre aucun mortier d'un tir assez précis; il est juste d'ajouter que le nouveau mortier rayé de 8^{p} paraît devoir convenir à ce service.

Pièces armant les ouvrages de côte. — Les pièces composant l'armement des ouvrages de côte seront employées presque exclusivement contre les vaisseaux. Les mêmes conditions s'appliquent donc à leurs projectiles et à ceux des pièces de vaisseau.

Perfectionnements à introduire. — Les principales améliorations que l'on doit se proposer d'introduire sont les suivantes : Pour la fabrication des projectiles Palliser, obtenir plus de régularité dans la qualité des produits; pour les fusées à temps et percutantes, rendre la combustion des fusées à temps aussi régulière que possible, et régler la sensibilité des fusées percutantes de manière qu'elles n'agissent pas quand le projectile ricoche sur l'eau, mais que l'éclatement se produise lorsqu'elles frappent la muraille en bois d'un vaisseau. Il faut, en outre, calculer avec le plus grand soin le rapport du calibre au poids du projectile, pour obtenir la plus grande énergie possible; et perfectionner le système de rayures de manière à assurer la stabilité du projectile pendant son trajet, afin qu'il frappe toujours par la pointe.

Traduit par le capitaine d'artillerie
DE SAINT-PÉRIER.

DES RÈGLES A SUIVRE
POUR LA RECTIFICATION DU TIR EN CAMPAGNE (1).

Lorsqu'on tire avec une bouche à feu déterminée, on commence par chercher dans les tables les éléments du pointage, c'est-à-dire la hausse et la dérive qui correspondent à la distance du but. Mais ces données ne doivent évidemment être considérées que comme une approximation et il faudra presque toujours les modifier; c'est ce qu'on appelle *régler le tir*. Or, il est de toute nécessité que cette opération soit conduite avec méthode; les corrections devront toujours se faire d'une manière judicieuse et raisonnée. Nous allons voir comment, en tenant compte des données balistiques et de la probabilité du tir, on peut arriver à ce résultat.

Tir d'école. — Le cas le plus simple est celui d'un tir d'école contre une cible fixe placée à une distance connue. Nous ne nous occuperons, pour l'instant, que des corrections à faire subir à la portée et nous admettrons qu'après chaque coup la valeur exacte de l'écart auquel il a donné lieu est indiquée à la batterie, soit par des signaux, soit par tout autre moyen.

Ainsi que nous venons de le dire, on prend pour point de départ la hausse fournie par les tables, hausse qu'il s'agit de rectifier, s'il y a lieu; on procédera ensuite de la manière suivante :

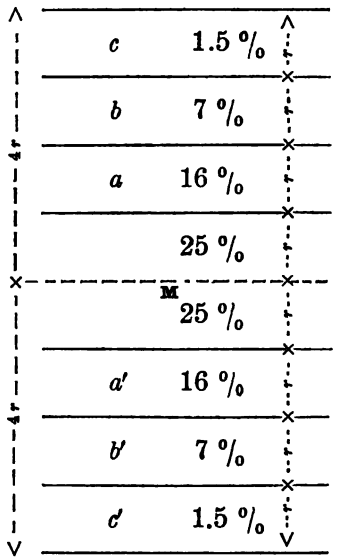
On trouve dans les tables de justesse des bouches à feu la valeur de l'*écart probable en portée*, r. Or, on sait que si, à partir du point de chute moyen M, on porte en deçà et au delà une longueur égale à r et qu'en ces points on élève des perpendiculaires à la ligne de tir, on obtient une bande de la largeur $2\,r$ (limitée dans un sens, mais

(1) Les renseignements qui suivent sont en grande partie extraits des deux ouvrages : *Artillerie-Lehre*, von W. Witte, Hauptmann in der Garde-Artillerie-Brigade; *Handbuch für die k. k. Artillerie* (Aide-mémoire de l'artillerie autrichienne).

indéfinie dans l'autre) qui contient 50 p. % des coups. De plus, les zones *a*, *a'*, *b*, *b'* *c*, *c'*, de largeur égale à *r*, contiennent :

a et *a'* chacune 16 p. %; ensemble 32 p. % des coups.
b et *b'* — 7 p. %; — 14 p. % —
c et *c'* — 1.5 p. %; — 3 p. % —

En dehors de ces zones, il ne tombe plus que quelques coups isolés, environ 1 p. %. Autrement dit, les deux zones de largeur 4 *r*, situées en avant et en arrière du point



moyen, contiennent la presque totalité des coups. Si donc un coup donne un écart en plus ou moins qui soit supérieur à quatre fois l'écart probable, on sera fondé à croire que la hausse employée est défectueuse.

On peut même, dans la pratique, réduire cette limite à trois fois l'écart probable, car les bandes de largeur 3 *r* renfermant 96 p. % des coups, il ne tombe en dehors que la faible proportion de 4 p. %.

De ces considérations, nous déduirons la règle suivante :

On devra corriger la hausse *dès le premier coup, si l'écart en plus ou en moins est supérieur à trois fois l'écart probable en portée.*

Supposons maintenant que l'erreur du premier coup soit inférieure à trois fois l'écart probable, tout en restant supérieure à cet écart. Dans ce cas, on ignore si l'écart du coup provient d'une hausse erronée ou s'il n'est que la conséquence de la dispersion naturelle des coups, puisque le point de chute se trouve compris dans une zone qui doit contenir environ 50 p. % de ceux-ci. Il sera donc nécessaire de continuer le *tir d'essai* et on ne corrigera la hausse que si l'on obtient une série d'écarts tous dans le même sens.

Enfin, si l'erreur, au premier coup, est inférieure à l'écart probable, elle est dans les limites de la dispersion admissible et il n'y a généralement pas lieu de modifier le pointage. Toutefois, cette prescription n'a rien d'absolu, car il pourrait arriver que la hausse fût trop faible ou trop forte d'une quantité comprise entre une et quatre fois l'écart probable, ce qui n'empêcherait pas un coup isolé, pour lequel toutes les influences perturbatrices agiraient dans le même sens, d'atteindre le but ; du reste, si cette circonstance se présentait au premier coup, les coups suivants permettraient certainement de reconnaître cette erreur et l'on retomberait dans le cas précédent.

Tir de guerre. — Passons maintenant au tir de guerre et voyons comment, en campagne, on pourra utiliser les règles que nous venons d'énoncer.

Sur les champs de bataille, la distance est, en général, inconnue ; le but est mobile ou couvert par quelque obstacle. De plus, l'observation des coups qui sert de base aux corrections est souvent très-difficile : la fumée produite par l'éclatement des projectiles se confond avec celle des pièces ennemies ; d'autres batteries tirent sur le même but, et on peut se tromper sur les véritables points de chute, etc.

Pour toutes ces raisons, un seul coup ne suffit plus d'ordinaire, pour qu'on soit fixé sur la valeur des corrections à faire.

En principe, les *premiers projectiles doivent tomber en deçà plutôt qu'au delà du but,* car, de cette façon, on pourra observer plus facilement les points de chute et, en outre, on peut espérer qu'une partie des éclats atteindront l'ennemi. Ainsi, lorsque, par suite d'une fausse évaluation de la distance, le premier coup sera long, il faudra tout de suite diminuer suffisamment la hausse pour que les coups suivants deviennent courts.

Cela posé, on cherchera, par tous les moyens possibles, à se rendre compte de la grandeur des écarts résultant des premiers coups et on pourra dès lors appliquer les règles de correction dont nous avons parlé plus haut.

Toutefois, sur un champ de bataille, on n'a généralement ni le temps, ni les moyens de consulter les tables de tir; on devra donc se contenter de prendre, pour l'écart probable, certaines valeurs rapprochées faciles à retenir et correspondant aux portées de 1 000 mètres, 2 000 mètres, 3000 mètres; cela suffit dans la pratique. L'artillerie prussienne possède à cet égard la règle suivante :

Quand la distance est comprise entre 1 000 mètres et 2 000 mètres, on obtient approximativement l'écart probable évalué en mètres en ajoutant au nombre de centaines contenues dans l'expression de la distance 20 mètres pour le canon de 8^{c} et 6 mètres pour celui de 9^{c}.

Lorsque, de cette façon, on aura reconnu que la hausse employée est défectueuse, on la modifiera plus ou moins suivant les cas; mais *la correction devra toujours être supérieure à l'écart probable*, car, autrement, on ne saurait pas si l'accroissement (ou la diminution) de portée observée aux coups suivants est dû à cette rectification, ou bien n'est que l'effet de la dispersion naturelle des coups. Comme l'écart probable augmente notablement avec la distance, les corrections seront d'autant plus fortes que le

but sera plus éloigné. Aussi les règlements prussiens sur le tir contiennent-ils les prescriptions suivantes :

Les premières corrections ne doivent jamais être inférieures à 100 mètres. Quant aux modifications subséquentes, elles peuvent être de 50 mètres et descendre même au-dessous : cela dépend de la justesse de la bouche à feu employée, de la distance et aussi de la nature du but.

En général, le tir sera convenablement réglé lorsque les coups se répartiront à peu près également de chaque côté du point visé ; c'est à ce résultat qu'on devra tendre dans le tir d'essai, et non à faire tomber tous les projectiles sur le but, dont les dimensions sont, dans la plupart des cas, trop faibles pour qu'on puisse espérer l'atteindre directement à chaque coup. Du reste, on doit surtout compter sur les effets produits par l'éclatement et régler le pointage en conséquence. Ainsi, par exemple, lorsqu'on tirera contre des troupes déployées, les coups devront tous être un peu courts, surtout si le terrain en avant est résistant et uni. Quand, au contraire, l'ennemi sera en colonnes profondes, on cherchera de préférence à faire arriver les obus derrière le premier rang.

Remarquons ici, en passant, qu'on évitera bien des erreurs et des tâtonnements si l'on veille à ce que le pointage se fasse toujours de la même manière et sur un point déterminé du but ; dans le tir contre l'infanterie, on visera, par exemple, à hauteur de ceinture ; contre la cavalerie, à la tête des chevaux ; contre l'artillerie, sur les pièces elles-mêmes. Sous aucun prétexte, on ne corrigera le tir en faisant pointer à droite ou à gauche, au-dessus ou au-dessous du point précédemment visé.

Le tir d'essai devra toujours être exécuté avec lenteur, de manière à bien observer les résultats de chaque coup, mais on devra, autant que possible, éviter d'interrompre complétement le tir après l'ouverture du feu.

Lorsque le tir sera réglé, si l'on vient, par la suite, à

observer quelques coups très-longs ou très-courts, on se gardera, pour cela, de modifier le pointage, car il ne faut pas oublier que toutes les pièces, même les meilleures, peuvent donner des coups anormaux.

Dans un combat de longue durée, il est indispensable de se rendre constamment compte de l'effet produit par le tir, car certaines circonstances (changements dans la température, encrassement des pièces, etc.) peuvent rendre nécessaires de nouvelles modifications à la hausse.

Correction des écarts latéraux. — En général, dans la pratique, les buts sur lesquels on tire ont une étendue assez grande pour que l'on n'ait pas à se préoccuper de ces écarts, surtout si le temps est calme. Mais si le vent ou toute autre cause rendait l'erreur supérieure à trois fois l'écart probable en direction, il faudrait modifier la dérive, comme on le fait pour la hausse. Aussi, les commandants de batterie devront-ils connaître quelques valeurs approchées de l'écart probable en direction et savoir, en outre, à quel déplacement latéral du point de chute correspond une division de la réglette, pour des distances de tir de 1 000 mètres, 2 000 mètres, etc.

Tir contre un but mobile. — Supposons d'abord que l'ennemi marche sur la batterie en suivant la ligne de tir. Dans ce cas, après avoir estimé la distance à vue, on tirera une première fois avec une hausse plus faible que celle qui correspond à l'évaluation, de manière à obtenir un coup suffisamment court sans cependant qu'il le soit trop. On repérera le point de chute aussi exactement qu'on pourra le faire; on pointera toutes les autres pièces avec la même hausse et on attendra que l'ennemi arrive dans la zone qui correspond à celle-ci; alors on exécutera un feu par salves jusqu'au moment où l'on s'apercevra que les obus tombent au delà du but. Pour saisir l'instant précis où l'on devra commencer, puis cesser le feu, il sera bon de connaître la durée de trajet du projectile ainsi que la vitesse de déplacement de la troupe ennemie.

La durée du trajet en secondes s'obtient approximativement quand la vitesse initiale ne dépasse pas 350 mètres, en prenant 3 fois et demie ou 4 fois le nombre de *mille* contenu dans la distance exprimée en mètres. En multipliant cette durée par la vitesse probable de translation du but, on aura, avec quelque approximation, l'espace parcouru par l'ennemi pendant le trajet du projectile. Les nombres suivants pourront être utiles :

L'infanterie, la cavalerie et l'artillerie au pas				parcourent	$1^m,5$	par seconde.
»	id.	id.	au trot	id.	$3^m,75$	id.
»	id.	id.	au galop	id.	$6^m,75$	id.
»	id.	»	au galop de charge		$7^m,50$ à 8^m	id.
Un bateau à vapeur				id.	6^m à $7^m,50$	id.
Un train de chemin de fer				id.	$7^m,50$ à 19^m	id.

Si l'ennemi bat en retraite sur la ligne de tir, on le poursuivra à coups de canon, en ayant soin d'augmenter la hausse dès que les projectiles n'atteindront plus le but. Ainsi, quand un coup paraîtra court de 50 mètres, on augmentera tout de suite la hausse de 100 mètres au moins.

Supposons maintenant que l'ennemi se déplace dans une direction quelconque par rapport à la ligne de tir. S'il occupe une étendue de terrain assez grande, il est permis, en pointant sur la tête de colonne, d'espérer que les projectiles tomberont au milieu. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de viser un peu en avant, et c'est alors qu'il importe de tenir compte de la durée du trajet et de la vitesse de déplacement du but. D'ordinaire, ce genre de tir offre de grandes difficultés d'exécution, surtout lorsque la distance est considérable. Le meilleur moyen sera, dans tous les cas, de repérer à l'aide de quelques coups un point dans la direction que suit l'ennemi et d'attendre, pour ouvrir le feu, l'instant où il arrivera dans cette région.

Procédé employé par les batteries prussiennes pour régler le tir. — On terminera en indiquant les procédés dont fait actuellement usage l'artillerie prussienne, pour régler le tir

des batteries de campagne. Ces méthodes proposées par l'*École centrale de tir de l'artillerie*, à la suite d'une longue série d'expériences, ont été mises en pratique, depuis la dernière guerre, dans les exercices de tir exécutés par les brigades, et ont donné d'excellents résultats. Elles reposent d'ailleurs sur les principes que nous avons précédemment énoncés.

Le premier procédé porte le nom de pointage à *distances échelonnées* (*Einschiessen nach der Scala*). Voici en quoi il consiste:

Le commandant de batterie apprécie la distance à simple vue : mais au lieu de celle qu'il a estimée, il en prescrit une plus faible en ajoutant l'indication : *De 50 mètres en 50 mètres* ou *de 100 mètres en 100 mètres*, selon que le but est plus ou moins éloigné. La première pièce (ou plutôt la première section) pointe alors avec la hausse indiquée, la deuxième avec une hausse plus forte de 50 mètres ou de 100 mètres et ainsi de suite. Si le premier coup n'est pas très-court, le capitaine fait continuer le feu dans l'ordre des pièces, sinon, il fait tirer immédiatement toute autre pièce sans avoir égard à son rang, de manière à obtenir le plus tôt possible des coups suffisamment rapprochés du but.

Lorsqu'un ou plusieurs projectiles tirés avec la même hausse atteignent le but ou du moins tombent dans la zone correspondant à l'écart probable, le capitaine peut considérer cette hausse comme exacte et la prescrire à toute la batterie, sauf à faire rectifier, par la suite, le pointage des pièces dont le tir semblerait défectueux.

Sous le rapport de la rapidité avec laquelle on peut régler le tir, cette méthode est certainement meilleure que celle dont on se servait autrefois dans l'artillerie prussienne. Elle consistait à donner, tout d'abord, la même hausse à toute la batterie, puis à modifier successivement le pointage de chacune des pièces d'après l'observation du coup précédent, jusqu'à ce qu'on eût déterminé la

hausse convenable : de là des tâtonnements et des retards souvent considérables. Aussi cette méthode, qui a été fréquemment employée, dans la dernière guerre, par un certain nombre de commandants de batterie, est-elle maintenant complétement abandonnée.

Toutefois, le *tir à distances échelonnées* présente lui-même quelques imperfections. Ainsi, dès qu'on a déterminé la hausse convenable, on est obligé d'interrompre le tir pour rectifier le pointage des pièces qui n'ont pas encore fait feu, sans quoi on obtiendrait une série de coups de plus en plus longs. D'un autre côté, si, par suite d'une erreur commise dans l'évaluation de la distance, le premier projectile tombe au delà du but, il faut encore cesser le feu et repointer toutes les pièces de la batterie qui ont des hausses supérieures à celle de la première.

Pour ces motifs, cette méthode n'a pas été définitivement adoptée par l'artillerie prussienne.

Vers la fin de 1869, on mit à l'étude un autre procédé qui porte le nom de *pointage à l'aide de la manivelle.* Il est fondé sur cette particularité que, dans le matériel modèle 1864, lorsque la manivelle de pointage fait un quart de tour, la portée varie d'environ 50 mètres. Pour éviter les erreurs, on a, dans les affûts de construction récente, divisé le volant de la manivelle en cadrans par quatre petites plaques en laiton et une flèche indique le sens de la rotation. La règle de tir déduite de cette considération permet d'arriver rapidement à la détermination de la hausse exacte.

Le commandant de batterie, après avoir estimé la distance, prescrit la même hausse à toute la batterie, 1800 mètres par exemple. Supposons que le premier coup tombe au delà du but, il commande dans ce cas : *A la manivelle à* 1700 *mètres.* Toutes les pièces font de suite cette correction au moyen de la manivelle ; le tir d'essai continue ainsi jusqu'à ce que plusieurs coups tirés avec la même hausse se groupent convenablement autour du but. Le

capitaine indique alors à toute la batterie cette dernière distance et le pointage se fait ensuite avec la hausse à la manière ordinaire. Du reste, les pièces qui, dans le tir d'essai, ne doivent pas faire feu immédiatement, peuvent pointer par le procédé habituel et rectifier leur direction, si cela est nécessaire.

Cette méthode offre sur la précédente les avantages suivants. Toutes les pièces sont, à chaque instant, pointées de la même manière, et dès que le tir paraît réglé, on peut continuer à faire feu, sans interruption. De plus, il est toujours possible de tirer plusieurs coups de suite avec la même hausse et de contrôler ainsi les observations. Enfin, elle permet, lorsque le but est mobile, de suivre tous les mouvements de l'ennemi sans interrompre le feu.

C'est, du reste, un procédé analogue que l'on emploie en France, dans le *tir progressif* des mitrailleuses.

Telles sont, en résumé, les règles dont l'application judicieuse, sur le champ de bataille, facilitera, dans beaucoup de cas, la tâche des commandants de batterie. Toutefois, il ne faut pas oublier que ce n'est que par des exercices nombreux et variés, se rapprochant le plus possible de la réalité, qu'on acquerra le coup d'œil et l'habileté qu'exige la direction du feu devant l'ennemi.

R. Colard, *capitaine d'artillerie.*

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Composition des réserves divisionnaires de munitions d'infanterie. — Le Ministre de la guerre a pris, à la date du 18 novembre 1873, la décision suivante :

1° Les réserves divisionnaires de munitions d'infanterie comprendront désormais :

27 caissons modèle 1858, avec coffres modèle 1858 ;

Un chariot de batterie avec une forge portative et ses accessoires.

Chaque coffre contiendra, outre les cartouches modèle 1866 (1), 200 obturateurs en caoutchouc pour fusil modèle 1866, renfermés dans une boîte spéciale en ferblanc.

2° Transitoirement, les caissons modèle 1858 pourront être remplacés par des caissons Withworth de 3 livres qui seront au nombre de 37 par réserve divisionnaire.

Chaque coffre contiendra 160 obturateurs en caoutchouc.

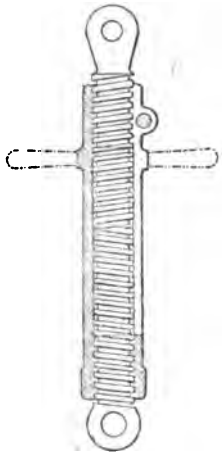
Nouvel appareil de pointage Vavasseur (2). — L'appareil de pointage, présenté par M. Vavasseur à la commission de Bourges et favorablement apprécié par elle, devant être appliqué, à titre d'essai, à quelques-uns des affûts actuellement à l'étude en France, l'inventeur a proposé d'y apporter la modification suivante : « Remplacer l'écrou de « serrage conique, à la partie supérieure, par deux joues « qui peuvent être rapprochées au moyen d'une vis qu'on « fait tourner en engageant une tige dans des trous pra- « tiqués *ad hoc* sur sa tête ; entre ces joues, on place une « languette de bois pour empêcher les matières étran-

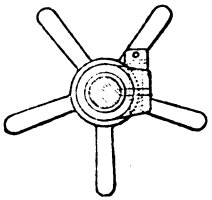
(1) Une décision ministérielle du 14 avril 1872 a fixé à 40 par homme le nombre des cartouches transportées à la suite des bataillons et à 80 celui des cartouches portées par chaque homme.

Ce dernier chiffre doit être, pour les cartouches actuelles du fusil modèle 1866, de 83 (9 boîtes de 9 cartouches et 2 cartouches de sûreté).

(2) Voir la *Note relative à de nouvelles expériences sur le canon Vavasseur à côtes saillantes et le canon de Woolwich en acier, exécutées par la commission de Bourges*, par le commandant Godin (*Revue d'artillerie*, tome III, octobre 1873, page 87).

$\left(\frac{1}{10}\right)$





« gères de pénétrer dans l'écrou. Cette « disposition permet de donner à l'é- « crou un serrage tel que la manivelle « agit librement, mais qui empêche la « vis de redescendre par l'effet du choc « du canon, au moment du tir, et d'aug- « menter ce serrage chaque fois qu'il « est nécessaire de corriger l'usure de « l'écrou. »

Faisant en outre remarquer qu'il importe de diminuer la longueur de l'appareil de pointage, si l'on veut l'appliquer aux canons se chargeant par la culasse, sans réduire la limite du champ vertical de tir au-dessus de l'horizon, M. Vavasseur propose de substituer, dans ce but, aux deux vis de même diamètre qu'il avait employées précédemment, une vis creuse dans laquelle pourrait se mouvoir une autre vis plus petite.

Approvisionnement des batteries de campagne allemandes. — La réorganisation de l'artillerie allemande, qui a porté à 17 le nombre des batteries de campagne du corps d'armée, a modifié aussi la composition des 6 colonnes de munitions d'artillerie, destinées à assurer le réapprovisionnement de ces batteries. Les tableaux suivants donnent : 1° la répartition des batteries ; 2° leur composition en matériel ; 3° la composition des colonnes de munitions ; 4° la quantité de munitions transportées par le corps d'armée.

1° Artillerie du corps d'armée.

	BATTERIES de 8c.	BATTERIES de 9c.	TOTAL.
Régiment d'artillerie de corps.	3 (à cheval) (1)	6 (montées)	9
Régiment d'artill. divisionnaire	4 (montées)	4 (montées)	8
Total.....	7	10	17

(1) L'une des batteries à cheval est le plus souvent détachée aux divisions de cavalerie, ce qui réduit à 96 le nombre de pièces dont dispose le corps d'armée.

2° Matériel des batteries.

	Pièces.	Caissons	Chariots de batterie.	Forges.	Total.
Par batterie	6	6	3	1	16
Par corps d'armée { de 8e	42	42	21	7	112
Par corps d'armée { de 9e	60	60	30	10	160
Total	102 (1)	102	51	17	272

3° Matériel des colonnes de munitions.

	CAISSONS de 8c.	CAISSONS de 9c.	AFFUTS de rechange.	CHARIOTS.	FORGES.	VOITURES à bagages.	TOTAL.
Par colonne	6	13	4	1	1	1	26
Pour les 6 colonnes du corps.	36	78	24	6	6	6	156

4° Munitions transportées par le corps d'armée.

	NOMBRE DE COUPS (1)					
	Par corps d'armée.		Par batterie.		Par pièce.	
	8c	9c	8c	9c	8c	9c
Dans la batterie. { aux pièces.	2058 } 6594	2040 } 7980	294 } 942	204 } 798	49 } 157	34 } 133
Dans la batterie. { aux caissons.	4536	5940	648	594	108	99
Aux colonnes de munit^s.	4378	7496	625	750	104	125
TOTAL. . . .	10972	15476	1567	1548	261	258

Ainsi, les batteries transportent avec elles sur le champ de bataille environ 150 coups par pièce, et le parc de corps d'armée peut leur fournir un supplément de munitions d'une centaine de coups. D'après l'expérience de la campagne de 1870-71, cet approvisionnement paraît suffisant, même pour des batailles aussi longues que celles qui ont été livrées autour de Metz. A la journée de Rezonville (16 août), la consommation en munitions de l'artillerie allemande a été de :

(1) Les colonnes de munitions comprennent généralement des caissons modèle 1842, ne contenant que 90 coups de 9c, au lieu de 99 coups que renferme le caisson modèle 1864. Pendant la guerre de 1870, on a aussi employé des caissons mod. 1816, analogues aux caissons Gribeauval.

99 coups par pièce de 8c } moyenne pour les
73 id. id. 9c } 37 batteries engagées.

Les batteries qui ont le plus tiré ont consommé :
194 coups par pièce (3e batterie à cheval du 3e corps),
191 id. (1re id. id.
175 id. (1re id. du 10e corps),
173 id. (1re et 2e bies de 8c du 3e corps);
ces batteries, engagées pendant 9 heures environ, ont pu se réapprovisionner pendant la bataille aux colonnes de munitions. Toutes les autres batteries ont consommé moins de 150 coups par pièce.

A Saint-Privat (18 août), l'artillerie allemande a tiré :
60 coups par pièce de 8c } moyenne pour les
44 id. id. 9c } 109 batteries engagées.

Les batteries qui ont le plus tiré, sont : les 1re et 2e batteries de 8c du 9e corps (160 coups par pièce), 2e batterie hessoise de 8c (160 coups), 1re batterie hessoise de 8c (153 coups); toutes les autres batteries ont tiré moins de 140 coups par pièce.

Les colonnes de munitions des corps d'armée sont réapprovisionnées par les *colonnes de munitions de réserve*, qui servent d'intermédiaires entre les corps d'armée et le *dépôt des munitions de réserve*. Pour une armée composée de 4 à 5 corps, on réunit 8 colonnes de munitions de réserve, dont l'ensemble forme le *parc de munitions de réserve* (*Feld-Munitions-Reserve-Park*). Chaque colonne comprend 20 voitures, attelées à 6 chevaux (sauf la voiture à bagages, qui n'a que 2 chevaux), et transporte 2 800 coups, dont moitié de 8c, et moitié de 9c.

Le parc et le dépôt de munitions de réserve, qui remplissent le même rôle que le *grand parc* en France, fournissent un supplément de munitions d'une centaine de coups par pièce, de sorte que l'approvisionnement total des pièces est d'environ 350 coups.

La guerre de 1870-71 a montré que cet approvisionnement est largement suffisant: la consommation des bat-

teries allemandes pendant toute la campagne n'a été, en moyenne, que de 209 coups par pièce [1]; un très-petit nombre de batteries seulement ont consommé plus de 500 coups [2].

Le *dépôt de munitions de réserve* se réapprovisionne dans les places de l'intérieur, où l'on doit préparer un 3e, puis un 4e approvisionnement (*Reserve-Feld-Chargirung*), comprenant 300 coups par pièce de 8c, et 200 par pièce de 9c; les obus ne sont ni emplombés ni chargés, les sachets sont vides; mais la poudre et le plomb nécessaires sont tenus prêts dans les magasins.

Les munitions sont envoyées dans des *caisses de transport*, contenant 15 projectiles de 8c, 10 obus ou shrapnels de 9c, ou 12 boîtes à mitraille de 9c; 80 gargousses de 8c ou 66 de 9c. Les caisses employées pour les artifices contiennent 50 fusées à temps ou les éléments de 400 fusées percutantes.

Artillerie suisse; mise au concours d'un modèle de fusée pour projectiles creux. — Un concours antérieur pour l'adoption d'une fusée à double effet étant resté sans résultat, le département militaire fédéral a décidé qu'il serait ouvert un nouveau concours, dont il fait connaître le programme.

La fusée proposée devra remplir les conditions suivantes:

1° Être à la fois *à percussion* et *à temps*, de manière à assurer, dans tous les cas, l'éclatement du projectile;

2° Pouvoir être rapidement réglée, aussi bien pour une durée d'au moins 10 secondes avec subdivisions en cinquièmes de seconde, que pour une durée très-courte, permettant d'obtenir des effets de mitraille;

3° L'opération du réglage doit se faire de la manière la plus simple, à la main, sans le secours d'aucun instrument; elle doit être facile à exécuter pour un canonnier

---

(1) 357 237 coups ont été tirés par 1 714 pièces.

(2) 7 batteries : 4 batteries bavaroises ont tiré respectivement 746, 659, 579 et 516 coups par pièce; une batterie du 1er corps, 514; deux batteries du 11e corps, 594 et 505 coups.

quelconque et ne présenter aucun danger, même lorsqu'elle n'est pas faite avec soin;

4° On ne doit pas avoir à visser sur la fusée, au moment du tir, un bouchon détonant ou toute autre pièce; le projectile doit être retiré du coffre à munitions complétement armé, et ne nécessiter d'autre opération que celles du décoiffage et du réglage;

5° La fusée doit être assurée contre toute explosion provenant des secousses et des chocs subis pendant les transports sur des terrains quelconques;

6° Elle doit pouvoir être adaptée facilement, et sans grands frais, à tous les obus en usage dans l'artillerie suisse, sans entraîner un affaiblissement du projectile ou une diminution du vide intérieur;

7° Elle doit être assez solide pour résister au choc au départ, et ne produire aucune explosion prématurée soit dans l'âme de la pièce, soit en avant de la bouche;

8° La composition fulminante et la composition fusante doivent être garanties contre les influences atmosphériques, de manière que la durée de combustion ne puisse être sensiblement altérée, même après un séjour de plusieurs années dans les magasins, ou à la suite de transports en campagne; d'un autre côté, l'inflammation de la composition fusante doit être assurée, quelle que soit la durée pour laquelle la fusée est réglée;

9° La fabrication de la fusée doit ne pas offrir de grandes difficultés, ne pas exiger de dépenses considérables et pouvoir être facilement surveillée dans tous ses détails; une fusée réglée pour une durée déterminée doit pouvoir l'être de nouveau pour toute autre durée.

Les inventeurs devront déposer des modèles de leurs fusées au département militaire fédéral, avant Pâques 1874.

Il sera accordé un prix de 10 000 fr. pour la fusée qui aura été adoptée à la suite d'expériences minutieuses, et qui répondra à toutes les conditions exigées.

Si la commission d'expériences n'émet un avis complétement favorable sur aucun des modèles proposés, le prix pourra être partagé. Si un modèle de fusée n'était adopté qu'en nécessitant des modifications importantes, le prix pourrait être décerné, non intégralement, mais après avoir subi une réduction.

Le gouvernement se réserve le droit d'adopter pour l'armée fédérale la fusée qui aura obtenu le prix, ou certains éléments de cette fusée.

On n'admettra au concours que des fusées réelles, exécutées en grandeur naturelle, et non des dessins ou projets de fusée; dans tous les cas, les fusées devront être accompagnées de dessins et de descriptions.

On trouvera au bureau de l'artillerie fédérale, à Aarau, les dessins des projectiles réglementaires et des fusées existantes.

Après la remise des projets, la commission décidera quels sont ceux qui devront être soumis aux épreuves ultérieures et mettra les inventeurs à même de faire des expériences préliminaires, qui seront suivies, en cas d'avis favorable, d'expériences en grand exécutées par les soins de la Commission d'artillerie.

(*Zeitschrift für die Schweizerische Artillerie.*)

Réorganisation de l'artillerie de campagne russe. — L'artillerie de campagne russe compte actuellement 47 brigades d'artillerie montée, indépendamment des brigades stationnées en Asie. Au commencement de 1873, 39 de ces brigades comprenaient chacune 1 batterie de 9, 2 de 4, et 1 de mitrailleuses; les 8 autres brigades (Caucase, Kasan, Saratorow) avaient 1 batterie de 9 et 3 de 4; on disposait donc en temps de guerre de :

47 b^{ies} de 9	avec 376	pièces et	1 128	charrettes à munit.
102 — de 4	— 816	—	1 632	—
39 — de mitrail.	312	—	624	—

En tout : 188 b^{ies}, 1504 pièces et 3 384 charrettes à munit.

La réorganisation de l'artillerie a modifié la composition

des brigades, qui compteront désormais 6 batteries, savoir : 3 de 9, 2 de 4 et 1 de mitrailleuses. Cette réorganisation ne s'effectue que progressivement. Une décision du 22 janvier 1873 a ordonné la formation de la 2e batterie de 9 dans 35 brigades ; une décision du 5 août prescrit la formation de la 2e batterie de 9 dans 10 autres brigades, de la 3e batterie de 9 dans 39 brigades, enfin de la batterie de mitrailleuses dans 2 brigades (1). Il reste encore à créer la 2e batterie de 9 dans 2 brigades, la 3e dans 8 brigades, enfin la batterie de mitrailleuses dans 6 brigades; lorsque cette réorganisation sera complétement opérée, l'artillerie montée, comptera, sur pied de guerre :

141	bies	de 9	avec 1 128	pièces	et 3 384	charrettes à munit.
94	—	de 4 —	252	—	et 1 504	—
47	—	mitrail.	376	—	et 752	—

En tout : 282 bies 2 256 pièces et 5 640 charrettes à munit.

Sur le *pied de paix*, une batterie a le personnel, à effectif réduit, de 4 sections, et n'attèle que 4 pièces et 2 charrettes à munitions (4 pour les 3 brigades de la garde, pour celle des grenadiers du Caucase, et les brigades 19, 20 et 21). Sur le *pied de paix renforcé,* une batterie attèle 8 pièces et 8 charrettes; pour passer au *pied de guerre*, elle n'a plus qu'à recevoir les chevaux nécessaires pour atteler 8 ou 16 charrettes à munitions, suivant qu'il s'agit d'une batterie de 4 ou de 9, plus encore 2 chevaux par pièce de 4, puisqu'en temps de guerre les pièces de 4 sont à 6 chevaux, au lieu de l'être à 4 comme en temps de paix.

Jusqu'en 1871, toutes les brigades d'artillerie de la Russie d'Europe étaient sur le pied de paix; une décision du mois de mai 1871 mettait 21 brigades sur le *pied de paix renforcé;* mais, pour faciliter le travail de réorganisation de l'artillerie, la décision du 5 août 1873 a replacé

(1) La décision du 5 août a licencié 3 des 4 brigades d'artillerie montée de réserve, qui étaient destinées à l'instruction des recrues; les 12 batteries ainsi supprimées ont été transformées en batteries de 9; la 4e brigade de réserve disparaîtra également dans un avenir plus ou moins éloigné.

14 de ces brigades sur le pied de paix ordinaire, ce qui a rendu disponibles les attelages de 224 pièces et de 336 charrettes.

Lorsque la réorganisation sera achevée, l'artillerie montée comptera :

7 brigades sur pied de paix renforcé, ou 42 batteries attelant 336 pièces et 336 charrettes à munitions;

40 brigades sur pied de paix ordinaire, ou 240 batteries attelant 960 pièces, 516 charrettes;

En tout : 282 batteries attelant 1 296 pièces et 864 charrettes à munitions.

(D'après le *Militair-Wochenblatt*, n°s 77 et 87.)

Artillerie russe; réorganisation des Écoles d'Hiver pour la troupe. — Des dispositions viennent d'être prises dans l'artillerie pour la réorganisation des Écoles d'Hiver de la troupe; on a adopté pour les cours la division suivante :

Le premier cours se fera dans les batteries, les parcs et les compagnies de place; il comprendra l'instruction élémentaire pour les canonniers n'ayant pas plus d'un an de service. Ce cours durera un an; on y enseignera la lecture, l'écriture, l'arithmétique et le service de l'artillerie. Les canonniers qui, à la fin du cours, auront subi les examens avec succès, pourront être nommés bombardiers (caporaux).

Le second cours se fera dans les brigades et dans les directions d'artillerie de forteresse : il sera divisé en deux classes, supérieure et inférieure, d'un an chacune. Pour être admis à suivre ce cours, les canonniers n'auront pas plus de deux ans de service, ils devront avoir suivi les cours d'une des écoles élémentaires, et subi les examens correspondants. L'enseignement comprendra la langue russe, l'arithmétique, la géométrie, le service de l'artillerie, la fortification, l'hippologie, la maréchalerie, la gymnastique et l'équitation. — Les élèves, indépendamment des travaux d'instruction, sont d'ailleurs astreints à prendre part à tous les services importants de leur arme, lorsque leur tour les y appelle. — Le cours terminé, les élè-

ves sont envoyés comme auxiliaires dans les polygones des camps d'instruction, où ils apprennent le service des bouches à feu de toute espèce. — Les élèves de ce cours qui ont passé convenablement leurs examens sont nommés *Feuerwerker* (sous-officiers) et peuvent obtenir une gratification en argent dont la valeur varie, suivant les mérites, entre 1 et 5 roubles (4 à 20 fr.).

Les officiers attachés aux écoles y resteront deux ans, et auront droit à une augmentation de solde annuelle de 180 roubles (720 fr.) pour les instructeurs, et de 300 roubles (1 200 fr.) pour les directeurs. — Les sous-officiers instructeurs pourront obtenir à la fin du cours annuel une gratification comprise entre 5 et 10 roubles (20 à 40 fr.).

(*Invalide Russe*, n°s 193 et 204.)

Artillerie italienne ; budget de 1874. — Le Ministre de la guerre italien a récemment présenté aux Chambres le projet de budget rectifié de son département pour 1874; on y trouve, en ce qui concerne les chapitres spéciaux à l'artillerie, les demandes de crédit suivantes :

Dépenses ordinaires. — Matériel et établissements de l'artillerie . . . . . Fr.	4 050 000
Dépenses extraordinaires. — Fabrication d'armes portatives, cartouches, etc.	9 000 000
Construction d'une fabrique d'armes en deçà de l'Apennin.	1 000 000
Fabrication d'une artillerie à grande puissance pour la défense des côtes.	1 500 000
Construction d'une fonderie de canons de gros calibre	100 000

La construction d'une digue à travers le golfe de la Spezia et les travaux de fortification pour la défense du golfe, du côté de la terre et du côté de la mer, sont inscrits au projet pour une somme de 3 500 000 fr.

Ce document contient en outre des indications sur les effectifs des différentes armes en 1874; on y trouve, relativement à l'artillerie et au génie, les chiffres suivants :

armes de l'artillerie et du génie (10 régiments d'artillerie de campagne, 4 régiments d'artillerie de forteresse, 6 compagnies de côte, 2 régiments du génie), 1 368 officiers, 25 744 hommes de troupe.

L'effectif total de l'armée s'élève à 216 251 hommes, dont 12 193 officiers et 204 058 hommes de troupe.

(L'*Italia militare*, 13 novembre 1873.)

L'artillerie espagnole en 1873; sa réorganisation récente. — Lors de l'abdication du roi Amédée (11 février 1873), l'artillerie espagnole avait la composition suivante :

4 régiments à pied, d'un effectif de 563 hommes, forts de deux bataillons comprenant chacun trois compagnies	4 504 h.
5 régiments de campagne, d'un effectif de 626 hommes, comprenant chacun six batteries.	3 120
2 régiments de montagne, d'un effectif de 615 hommes, comprenant chacun six batteries.	1 230
Corps divers.	500
Total.	9 364 h.

A chaque régiment de campagne étaient attachés 30 canons (5 batteries) et 6 mitrailleuses (1 batterie), et chaque régiment de montagne possédait 24 canons. L'armement entre les mains des troupes se composait donc de 150 canons de campagne, 48 canons de montagne, 30 mitrailleuses, soit 228 bouches à feu.

Les officiers d'artillerie, au nombre de 800 environ, donnèrent leur démission en masse, lorsque le roi, malgré l'opinion bien connue du corps de l'artillerie au sujet de la conduite tenue par le général Hidalgo pendant les événements de 1868, crut devoir signer (8 février) un décret conférant à cet officier général un commandement supérieur (capitainerie générale de Vittoria). Ils furent remplacés par des sous-officiers d'artillerie et par des officiers tirés des autres armes. Le 16 août, les Cortès ayant décrété l'appel de 80 000 réservistes, l'effectif des troupes

d'artillerie fut modifié : les régiments d'artillerie à pied durent être portés à 1 880 hommes, ceux de campagne à 600 et ceux de montagne à 700.

Après l'arrivée au pouvoir de M. Castelar (7 septembre), le Gouvernement travailla activement à reformer l'armée et abrogea les décrets qui avaient amené la désorganisation de l'artillerie. Cette arme fut reconstituée sur les mêmes bases qu'avant le 8 février : le général Hidalgo ayant été démis de son commandement, les officiers d'artillerie démissionnaires reprirent leur service, et les sous-officiers, qui avaient été promus officiers dans le courant de l'été, furent classés dans les autres armes. Si les mesures arrêtées reçoivent leur complète exécution, l'artillerie espagnole sera formée de :

5 régiments de campagne (600 hommes et 36 canons par régiment);

2 régiments de montagne (comptant chacun 1 400 hommes et 24 canons).

4 régiments de forteresse (forts chacun de 1 880 hommes);

Soit en tout : 13 320 hommes et 228 canons [1].

Armée turque ; commande d'armes et de canons. — 16 officiers d'artillerie sont sortis cette année de l'École militaire de Constantinople. Cet établissement a fourni en même temps aux autres armes 81 officiers, savoir : 8 à l'état-major, 61 à l'infanterie, 7 à la cavalerie, 5 au génie ; on doit ajouter à ce nombre 6 vétérinaires.

Le conseil d'administration du ministère de la guerre, qui avait déjà antérieurement traité avec des fabricants d'armes pour une livraison de 500 000 fusils Martini-Henry, a conclu un nouveau marché pour 100 000 armes

---

[1] Le *Mémorial de l'artillerie espagnole*, qui avait cessé de paraître à la suite des événements de février, a repris sa publication depuis la nouvelle réorganisation. Les trois livraisons récemment distribuées contiennent d'intéressantes études : 1° sur l'histoire et les progrès de l'artillerie par les commandants D. Ricardo de Abella y Casariogo et D. Ed. Verdes y Montenegro ; 2° sur l'industrie de la fonte par le commandant D. Artemio Pérez. On y trouve également des planches, d'une exécution très-soignée, relatives aux armes portatives des modèles réglementaires, et une partie officielle comprenant la série des ordres et circulaires émanant de la direction générale de l'artillerie.

du même système. Le nombre des fusils se chargeant par la culasse doit être porté à 1 million.

Les 500 canons se chargeant par la culasse, commandés dernièrement par le gouvernement turc à l'usine Krupp, comprennent : 100 canons de 300, de 450 et de 600 livres, destinés à l'armement des forteresses du Bosphore, des Dardanelles, de Varna, de Sinope et de la Crète, et 400 canons de calibres variant entre 12 et 72 livres, destinés aux forteresses de la Roumélie et de l'Anatolie.

De plus, la sultane-mère a fait à l'usine Krupp une commande de 60 canons dont 30 ont déjà été livrés, et la fabrique de Top-hané doit fabriquer 500 canons se chargeant par la culasse, ce qui fera un total de 1 060 bouches à feu.

(*Dscheridéji askerijje*, n°s 613 et 621, 1873.)

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Les siéges de Paris et de Belfort en 1870-1871. — Étude militaire par le comte de Geldern, capitaine du génie autrichien. Traduit de l'allemand par V. Grillon, capitaine du génie au Dépôt des fortifications.

Cet ouvrage est la traduction d'une série d'articles fort remarqués, publiée en 1871 et 1872 dans le *Mémorial du Comité technique et administratif* (1) de Vienne. Le capitaine de Geldern s'est attaché principalement à retracer les caractères généraux des deux siéges, à mettre en relief les défauts et l'insuffisance des vieux systèmes de fortification en face de la stratégie et de l'artillerie modernes, à signaler les efforts des ingénieurs français pour remédier à cette insuffisance, enfin à déduire de l'expérience acquise les principes qui devront présider désormais à l'organisation et à la défense des grandes places de guerre.

C'est principalement le siége de Paris qui a fourni à

(1) *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens, herausgegeben vom k. k. technischen und administrativen Militär-Comité.*

l'écrivain autrichien l'occasion de développer ses idées sur la constitution des camps retranchés. Cette étude comprend dix chapitres. — Les trois premiers sont consacrés à la description des environs de Paris et des fortifications, et à la discussion des propriétés du terrain des attaques au point de vue de la tactique et de la fortification; l'auteur conclut de cette discussion que, dans le système actuel des forts, il n'existe que deux zones favorables aux opérations offensives de l'armée assiégée, la plaine Saint-Denis, entre le Croult et le canal de l'Ourcq, et le plateau compris entre la haute Seine et la Bièvre. — Le quatrième chapitre énumère les travaux exécutés dans la place pendant la période des préparatifs; le capitaine de Geldern reproche à la défense d'avoir réservé la meilleure partie de ses immenses moyens d'action pour l'organisation de l'enceinte et des défenses intérieures de la ville, qu'on avait tout le temps d'entreprendre pendant le siége même et seulement sur les points menacés, tandis qu'on n'a accordé qu'une attention secondaire à des travaux d'une importance capitale au point de vue des opérations actives, tels que l'occupation du plateau de Châtillon et des hauteurs situées entre Issy et le Mont-Valérien. Il fait ressortir aussi le défaut fondamental de l'organisation défensive des villages de la banlieue; au lieu de multiplier les créneaux et les barricades, il aurait mieux valu laisser de côté les maisons et tirer parti des lisières, ce qui aurait diminué le nombre de points à occuper et l'effectif des troupes chargées de les garder. — Le cinquième chapitre étudie les lignes d'investissement; la méthode constamment suivie par les Allemands a consisté à créer, à l'aide des points d'appui naturels, tels que les bois et les villages, trois lignes de défense successives, la première pour les avant-postes chargés de contenir le premier élan des sorties pendant que les réserves se portent à leur poste de combat, la seconde servant de ligne de bataille pour l'infanterie soutenue par des batteries, la troisième formant position de re-

traite et constituée en général par une ligne de batteries. — Le sixième chapitre donne quelques détails, empruntés pour la plupart à l'ouvrage de M. Viollet-le-Duc, sur les contre-approches exécutées par les Français pendant le siége. Tout en constatant le défaut de plan tactique dans l'organisation de certaines positions avancées, telles que le plateau d'Avron, l'auteur rend pleine justice à l'activité déployée par les ingénieurs de la défense pour combler les lacunes entre les ouvrages permanents, pour assurer par des travaux la conservation du terrain conquis par les actions de vigueur, et pour réparer les dégâts produits par le bombardement.

Viennent ensuite deux chapitres remarquables intitulés : *Paris considéré comme position centrale*, et *Traits généraux de la défense et de l'attaque.*

Pour que Paris fût en état de jouer son rôle de position centrale de la France, il aurait fallu, dit le capitaine de Geldern, que son enceinte de forts présentât un front d'attaque stratégique très-étendu, avec des flancs difficilement abordables, et que la zone immédiatement en arrière des ouvrages fût débarrassée de toute entrave au mouvement des troupes. Dans ces conditions, il aurait été impossible à l'assiégeant de faire sentir sa supériorité sur tout le périmètre de l'investissement, et la défense se serait trouvée en état de prendre l'offensive, avec chances de succès, sur les points faibles de l'ennemi. Malheureusement la ligne des défenses de Paris n'englobait pas les positions les plus favorables au point de vue tactique, et l'intérieur du camp retranché était encombré de villages qui ne permettaient aux sorties de se déployer qu'en avant des forts. De plus, la fortification s'avançant en forme de coin du côté du front stratégique d'attaque (front de l'est), n'offrait aucune base à l'assiégé, et à cause de la faiblesse de ses flancs (fronts nord et sud), elle pouvait tout au plus servir de point d'appui à une armée encore capable de tenir la campagne.

Dans une place organisée d'après les idées modernes,

l'enceinte n'a qu'une importance très-secondaire, et c'est du choix des emplacements des forts que dépendra en grande partie le succès des opérations actives de la défense. La fortification doit occuper au loin les lignes d'eau et les lignes de hauteurs : on protégera ainsi le noyau central, non par une ceinture de forts équidistants, mais par une série de lignes en éperons, qui défendent les rentrants intermédiaires et appuient les flancs des grandes sorties. Appliquant ces idées à la position de Paris, le capitaine de Geldern établit qu'il faudrait faire une tête de pont à Villeneuve-Saint-Georges et occuper par des forts les hauteurs de Bry et de Champigny à l'est, celles de Montmorency-Sarcelles-Saint-Brice au nord, Orgemont et Cormeilles au nord-ouest, le plateau de Jardy-Beauregard-Saint-Michel à l'ouest, enfin, au sud, les hauteurs de la Bièvre, de Saint-Cyr au bois de Verrières. Alors, au lieu de deux débouchés pris en flanc par l'assiégeant, l'armée de Paris disposerait, pour ses opérations offensives, de toute la rive gauche de la Seine et de la Marne, et de toute la région qui s'étend de Cormeilles au canal de l'Ourcq.

Au point de vue de l'artillerie, dont le rôle est prépondérant dans la défense, les forts très-avancés présentent des avantages considérables. Non-seulement l'artillerie des forts eux-mêmes se trouve en état de jouer son rôle dans les batailles qui se livrent sous le camp retranché, mais sur tout le terrain que ces ouvrages protégent en arrière, l'assiégé peut établir des batteries dominantes pour appuyer le flanc des sorties; enfin au moment où l'armée défensive est rejetée de ses positions extérieures, et quand plusieurs forts deviennent l'objectif d'une attaque en règle, l'assiégé dispose, en arrière des fronts d'attaque, de tout l'espace nécessaire pour créer, pendant le siége même des positions avancées, une série de lignes de défense successives que l'ennemi devra emporter les unes après les autres, avant d'entamer ses dernières opérations contre l'enceinte.

Le capitaine de Geldern attache une grande importance à la mobilité de l'artillerie de place, et il montre combien il est dangereux de l'accumuler dans les forts, où elle est rapidement démontée par les feux convergents de l'assaillant. En répartissant au contraire cette artillerie dans l'intervalle des forts, par batteries peu profondes que l'on arme ou désarme à volonté, on oppose à l'ennemi un front égal au sien et on l'oblige à remanier continuellement ses travaux. C'est ainsi que les batteries improvisées entre les forts de Montrouge, de Vanves et d'Issy ont pu, grâce il est vrai au puissant concours des pièces de l'enceinte, soutenir la lutte contre les batteries dominantes de Châtillon et de Meudon, et empêcher les Allemands de faire aucun progrès réel de ce côté après trois semaines de bombardement, tandis que quelques jours leur avaient suffi pour éteindre les feux des forts d'Issy et de Vanves.

L'auteur fait voir encore combien le tracé des forts de Paris était peu favorable pour l'action de l'artillerie. Avec des forts de 4 ou 5 petits fronts qui se présentent en pointe à l'ennemi, on ne peut opposer qu'un nombre insignifiant de pièces aux batteries d'investissement et de première période : le terrain rapproché est seul battu convenablement par des feux de flanc; encore, la plupart des lignes étant enfilées, ces feux de flanc seront-ils éteints le plus souvent au moment où commencera leur rôle. Il faut, conclut le capitaine de Geldern, renoncer absolument aux vieilles méthodes de fortification, qui sacrifient tout à la lutte rapprochée; l'artilleur et l'ingénieur doivent toujours marcher d'accord avec le tacticien, l'artilleur pour préparer et soutenir les opérations actives, l'ingénieur pour créer des points d'appui solides à l'artillerie et pour prendre pied sur le terrain conquis par le tacticien.

Quant au caractère général qu'a présenté la lutte sur les trois secteurs attaqués par les Allemands, l'auteur le résume d'une manière satisfaisante. « L'attaque de Saint-Denis, dit-il, donne une image fidèle du siége d'une ancienne

ville forte; au sud on combattait devant une place avec forts détachés à la moderne, mais dont le tracé, dicté par un esprit de système trop absolu, ne tenait aucun compte de la configuration du terrain; enfin, à l'est, l'objectif était encore une place moderne, mais une place dans le tracé de laquelle on s'était efforcé de tirer le meilleur parti possible des avantages du terrain. »

Les deux derniers chapitres du siége de Paris traitent de l'organisation des batteries de siége et de l'influence des événements intérieurs sur la défense. Enfin, un tableau des batteries de siége et de l'armement des ouvrages de la place en pièces à longue portée, permet de déterminer approximativement le nombre de bouches à feu que chacun des deux partis pouvait concentrer à un moment donné sur une quelconque des positions principales de l'adversaire.

L'étude du siége de Belfort est beaucoup moins étendue. Elle débute également par la description du terrain et des fortifications de la place. Puis l'auteur passe en revue les ouvrages de campagne élevés sur le contre-fort des Perches et à Bellevue pour suppléer à l'absence de forts extérieurs, et il rend hommage à l'activité et au coup d'œil militaire du colonel Denfert, à qui il reproche cependant d'avoir tracé les redoutes des Perches trop en arrière de la crête extérieure du contre-fort. Cette disposition, qui soumettait l'intérieur de ces ouvrages aux feux du Château, les empêchait, en revanche, de battre convenablement le versant opposé à la place et dérobé à ses vues, ce qui a facilité considérablement l'exécution des tranchées prussiennes. Il fait remarquer également que la défense aurait dû occuper, au nord de Pérouse, le col qui relie le contre-fort des Perches au massif de hauteurs sur lequel s'élève le fort de la Justice; c'est sans doute faute de bras et de temps que le colonel Denfert n'a pas élevé une redoute sur ce point, car les efforts qu'il a faits pour con-

server les bois retranchés de Tailly et de Bailly montrent qu'il comprenait l'importance de cette position.

A propos du choix du point d'attaque, le capitaine de Geldern nous apprend que le général Mertens, commandant le génie du siége, s'était prononcé dès l'origine pour l'attaque des Perches, et qu'on a dû se rendre à son avis à la suite de l'insuccès du bombardement exécuté par les batteries d'Essert et de Bavilliers.

Appréciant enfin le caractère général de la défense, l'auteur signale la persévérance des efforts du gouverneur pour tenir aussi longtemps que possible sur le terrain extérieur, en disputant pied à pied chaque obstacle, chaque mur de clôture. Essert, Danjoutin, Bosemont, Pérouse, les bois de Tailly et de Bailly étaient de véritables positions qui n'ont pu être réduites que par un bombardement. Le colonel Denfert a tiré également un excellent parti de son artillerie, en mobilisant ses pièces légères, pour lesquelles il avait fait préparer un certain nombre d'épaulements, entre les Perches et le Château, et en protégeant ses pièces rayées de gros calibre par des blindages, des visières d'embrasures et des traverses. L'organisation des batteries en bois et rails du Château, des forts de la Miotte et de la Justice, celles des casemates à la Haxo du cavalier du Château, méritent d'appeler l'attention des officiers d'artillerie, qui trouveront d'ailleurs des détails très-complets à cet égard dans l'ouvrage du capitaine de La Laurencie.

En résumé, le capitaine de Geldern a traité à un point de vue tout nouveau en France les questions de la fortification et d'armement, et l'on doit savoir gré au traducteur d'avoir fait connaître aux officiers français ces vues élevées sur le rôle des grands camps retranchés, au moment où l'on s'occupe de la reconstitution du matériel d'artillerie de place, et de la réorganisation du système défensif de la France.

Guerre de 1870-1871.—*Étude militaire* par l'auteur de *la Guerre autour de Metz*. Traduit de l'allemand avec l'autorisation de l'auteur. (Paris, Berger-Levrault).

La librairie Berger-Levrault vient de faire paraître une traduction de l'Étude militaire qu'a publiée récemment sur la guerre de 1870-1871 le général allemand de Hannecken, auteur de la brochure estimée «la Guerre autour de Metz».

Cette étude est remarquable à plus d'un titre. L'auteur s'y montre souvent sévère pour ceux qu'il combattait alors, et leur adresse des critiques malheureusement trop justifiées. Il fait ressortir à diverses reprises l'oubli des règles stratégiques, le manque de direction dans le mouvement des troupes, le choix malheureux des lignes de retraite, et passe en revue toutes les causes qui ont amené tant de désastres. Les faits sont racontés d'une manière rapide et avec une grande netteté; le but que se propose l'auteur n'est pas d'ailleurs de faire l'histoire détaillée de la guerre, mais d'exposer les enseignements qu'on doit en tirer pour l'avenir. Toutes les questions militaires actuellement en discussion sont successivement abordées et traitées d'une façon qui commande l'intérêt. On citera en particulier le chapitre relatif à l'emploi des chemins de fer en campagne ; l'auteur y fait voir comment les voies rapides, si précieuses pour l'approvisionnement des armées, deviennent plus nuisibles qu'utiles lorsqu'on les emploie mal à propos au transport des troupes. Les considérations sur le rôle des forteresses dans les guerres modernes méritent également l'attention : l'auteur les a fait suivre, à titre d'application, d'une étude sur la défense de la nouvelle frontière de l'Allemagne.

Les officiers qui ont traduit cette étude ont été très-heureusement inspirés dans le choix et dans l'accomplissement de leur tâche : leur travail sera lu avec intérêt par leurs camarades de toutes armes.

Le gérant : Ch. Norberg.

SUR L'EMPLOI DES NOUVELLES POUDRES
DANS LES CANONS DE TOUS CALIBRES.

Introduction. — Dans deux articles précédemment publiés par la *Revue d'artillerie*, nous avons cherché à mettre en lumière l'influence, sur la combustion d'un grain de poudre, de trois éléments principaux, la densité, l'épaisseur minimum du grain et sa surface initiale d'inflammation (abstraction faite du dosage et de la trituration des composants de la poudre), sans parler des dimensions de la bouche à feu et de son mode de chargement, dont nous nous proposons d'étudier aujourd'hui l'influence.

En partant de la théorie qui admettait que la vitesse de combustion de la poudre était indépendante de la pression sous laquelle s'opérait cette combustion, le poids de la charge déterminait la quantité de force vive destinée à mettre le projectile en mouvement, la longueur d'âme était un élément servant à déterminer le temps pendant lequel le projectile était soumis à l'action des gaz; mais le volume dans lequel la poudre détonait, ainsi que les résistances au mouvement du projectile, ne servaient qu'à estimer la tension initiale qui variait dès lors en suivant la même loi dans toutes ces diverses circonstances. Des faits nombreux ayant amené à reconnaître que la vitesse de combustion de la poudre est une fonction directe de l'accroissement de la pression sous laquelle s'opère la combustion, il est nécessaire actuellement d'étudier tous les éléments susceptibles d'agir sur la pression pour se rendre compte de la formation des gaz tant au point de vue de la vitesse du projectile que de leur action sur la bouche à feu.

Avant d'entreprendre cette étude, il y a lieu d'exposer quelques considérations sur le travail réel d'une poudre ainsi que sur le travail qu'on en retire dans les bouches à feu.

Travail réel d'une poudre. — Le travail réel d'une poudre peut se concevoir ainsi : faisons détoner un poids donné de poudre en vase clos; recueillons le travail dû à la chaleur provenant des produits de la combustion ramenés à la température primitive de la poudre; recueillons encore le travail dû à la pression des gaz permanents revenus à cette même température; la somme de ces deux quantités sera l'expression du travail total que pouvait donner le poids de poudre employé, en négligeant, toutefois, le faible travail que les résidus solides provenant de la combustion de ce poids de poudre sont susceptibles de donner par action chimique.

Si donc une charge de poudre pouvait détoner dans une bouche à feu d'une manière complète avant que le projectile se mette en mouvement, elle aurait dégagé, à cet instant, tout le travail qu'elle peut produire. En négligeant les fuites de gaz et la perte de calorique par les parois de la pièce, la portion du travail qu'on peut utiliser serait totalement recueillie au moment où les gaz, ne faisant plus pression sur le culot du projectile, seraient animés d'une vitesse d'écoulement égale à celle de ce dernier.

Si, au contraire, la poudre n'est qu'en partie brûlée au moment du départ du projectile, il y a, à partir de ce moment, diminution de pression par suite de l'espace fourni par le déplacement du projectile, abaissement de température occasionné par la détente des gaz et ralentissement dans la vitesse d'émission de ce dernier.

Pour toutes ces raisons, on ne pourra donc pas, dans cette deuxième hypothèse, retirer d'un même poids de poudre autant de travail que dans la première et, si on veut communiquer dans les deux cas à un projectile la même vitesse, il faudra que les gaz produits sous la moindre pression soient en plus grande masse et agissent plus longtemps que dans le premier cas.

Influence des conditions balistiques de la bouche à feu sur les effets de la poudre. — *Densité du chargement.* — Le rapport du poids de la charge au volume dans lequel elle détone se nomme la densité de chargement. Plus ce rapport est grand, plus l'espace dans lequel s'enflamme la poudre est relativement restreint; plus alors la pression s'accroît rapidement, ainsi que la vitesse de combustion de la poudre. L'expérience indique, en effet, dans ce cas et dans certaines limites (1), une augmentation de vitesse du projectile et une action plus énergique des gaz de la poudre sur la culasse.

Ce fait, expliqué au moyen des considérations énoncées plus haut, nous permet de conclure que les variations dans les dimensions de la chambre d'une bouche à feu déterminée nécessitent des variations dans la poudre la plus convenable pour cette pièce, et que, dans la chambre la plus petite, pour une même vitesse, il faudra diminuer la rapidité de combustion des grains, c'est-à-dire augmenter leur densité et leur volume.

On voit de même qu'étant donnée une poudre appropriée à une bouche à feu dont les dimensions de la chambre ne sont pas fixées, il existera une densité de chargement maximum qu'on ne pourra dépasser sans s'exposer à des effets brisants, qui s'accuseront soit par une détérioration du mécanisme de culasse, soit par un mauvais forcement du projectile (arrachement des enveloppes, des ceintures, etc.) (2).

Un exemple très-frappant au sujet de la liaison de la densité de chargement avec les éléments qui règlent la durée de combustion des grains de poudre, peut être fourni par les conditions de chargement des canons de la marine.

Les bouches à feu du modèle 1864-1866 se chargeaient en plaçant entre la gargousse et le projectile un bouchon de 1 calibre, ce qui remplaçait en quelque sorte, comme

(1) Nous ne parlons dans cet article que de poudres dont la grosseur du grain permet l'inflammation de la charge dans un temps très-petit par rapport à celui de la combustion de ces grains : 6 millimètres de diamètre au moins pour les charges ne dépassant pas 24 kilogrammes.

(2) *Mémorial de l'artillerie de la marine*, tome I, 8e livraison, pages 336 et 348.

effet pour le tir, un vide de même dimension. Les canons actuels se chargent sans bouchon. Dans les premiers on tirait une poudre dont le grain avait un volume de $^1/_3$ de centimètre cube (poudre A_0), tandis que dans les seconds on peut employer une poudre dont les grains ont 5 centimètres cubes (poudre A_3).

Calibre. — Non-seulement le rapport entre le poids de la charge et la capacité de la chambre agit sur la pression, mais le calibre aussi a une certaine influence.

L'expérience montre que, pour la plupart des poudres lentes, les conditions relatives de chargement restant les mêmes, l'accroissement de calibre amène l'accroissement de la vitesse du projectile et des pressions intérieures dans l'âme.

Signalons comme première cause, sans pourtant trop nous y arrêter, la masse de la charge; il est en effet reconnu qu'une combustion est d'autant plus complète, et la quantité de chaleur développée plus considérable, que le poids sur lequel on opère est plus grand. Mais en dehors de cette raison, qui se trouve invoquée ici d'une manière un peu empirique, il en est d'autres qui peuvent être rigoureusement analysées.

Soient deux canons dont les calibres sont dans le rapport de 1:2, et dont les projectiles, les chambres et les modes de chargement sont complétement semblables. Dans la deuxième pièce, la longueur du projectile, sa section et son poids seront respectivement 2, 4 et 8 fois plus considérables que les quantités correspondantes du projectile de la première pièce. Les mêmes relations existeront pour les charges et les chambres.

Si l'on charge ces canons *avec la même poudre*, il y aura dans la charge du second 8 fois plus de grains que dans celle du premier, donc la surface totale d'inflammation de la seconde charge sera 8 fois plus grande que celle de la première; comme les capacités des chambres sont dans le même rapport 1:8, rien ne sera changé dans les deux

cas pour l'émission des gaz au moment initial de la combustion. Mais dès que les projectiles se mettant en mouvement auront parcouru le même chemin, il n'en est plus de même.

En effet, appelant a le déplacement linéaire des projectiles, S la section de l'âme et de la chambre dans le plus petit canon (sections que je suppose égales pour simplifier), L, la longueur de la chambre de ce même canon, le volume du déplacement sera $S \times a$, et le rapport de ce volume à celui de la chambre $\frac{S \times a}{S \times L}$ ou $\frac{a}{L}$. Dans le second canon, ce rapport sera $\frac{a}{2L}$. On voit donc que lorsque le calibre augmente et que la longueur de la chambre et le poids de la charge croissent d'une manière proportionnelle, pour un même déplacement communiqué, dans le même temps, au projectile avec *la même poudre*, les gaz se développent dans un espace relativement plus restreint, et que la poudre brûle, par conséquent, sous une pression plus considérable.

De plus, les deux masses de gaz provenant du premier instant de combustion, et qui sont dans le rapport des charges 1:8, se développant dans des espaces qui sont dans le même rapport, devront tendre à produire, par leur expansion, dans le même temps, des travaux proportionnels. Or, les masses à mettre en mouvement étant dans le rapport 1:8, et leurs surfaces soumises à l'action des gaz, ou l'orifice d'écoulement des gaz étant dans le rapport 1:4, il faudrait, pour que la masse de gaz 8 soit arrivée à la même pression que la masse 1, ou, en d'autres termes, ait produit un travail proportionnel dans le même temps, que le projectile 8 ait parcouru un espace plus considérable et soit animé d'une vitesse plus grande que le projectile 1, puisque la tension intérieure est fonction de ces deux quantités.

Donc, pour une *même poudre*, en laissant dans deux ca-

libres le mode de chargement et le projectile proportionnels aux calibres, l'augmentation de ce dernier élément est une cause de plus grande rapidité de combustion, et jusqu'à certaines limites, par conséquent, une cause d'effet brisant de la poudre.

Résistances indépendantes du projectile. — L'accroissement de vitesse du projectile et de pression dans l'âme n'est pas seulement amenée par l'accroissement de la densité du chargement et du calibre, tant il est vrai que la rapidité de combustion est une fonction de la pression. Qu'on augmente d'une manière quelconque la résistance de l'enveloppe qui contient la charge libre dans la chambre (cartouches métalliques des fusils, etc.)(1), et la vitesse du projectile, avec la même poudre et la même charge, est accrue, ainsi que, dans certains cas, les effets brisants.

Il résulte de là que, de même que le poudrier peut avec une même matière, rien qu'en agissant sur les propriétés physiques du grain, faire pour un but déterminé une poudre vive ou lente, de même l'artilleur en changeant le mode de chargement ou le calibre peut, dans certaines limites, tirer d'une même poudre de bons effets balistiques ou des effets brisants.

Nous montrerons plus loin de quelle manière doit être envisagée la question de régler la fabrication et l'emploi d'une seule poudre pour des calibres différents.

Résistance du projectile au départ. — La résistance du projectile au départ influe nécessairement sur la pression à l'intérieur de la bouche à feu et donne lieu conséquemment, par son accroissement, à une augmentation de vitesse ou à la production d'effets brisants.

Les résistances au départ sont de deux sortes : l'inertie proprement dite du projectile et les résistances inhérentes au système particulier que l'on considère.

L'inertie du projectile au mouvement de translation est

(1) *Mémorial de l'artillerie de la marine*, tome I, 3e livraison, page 348, 2e *Commission de Gâvre et fonderie de Ruelle* ; lire à la même page *Poudre* A_1 pour canon de campagne, et la page 336 de la même livraison.

fonction de sa masse et, à chaque instant, de l'accroissement du carré des vitesses qui lui ont été imprimées. Elle croît donc avec le poids du projectile et avec la vitesse finale qu'il doit acquérir.

L'inertie à la rotation dépend bien aussi de la masse du projectile, de sa vitesse de rotation, c'est-à-dire du pas des rayures, mais encore de la disposition de la masse du projectile autour de l'axe de rotation.

Quant aux résistances accessoires, elles se composent de l'arrasement des enveloppes ou des ceintures et du frottement des guides ainsi formés ou des guides primitifs (ailettes ou côtes saillantes) dans les rayures. Il y a encore les résistances accidentelles, arc-boutement du projectile ou gonflement de celui-ci quand il est trop mince pour résister à une trop grande vitesse ; mais nous n'en parlons que pour mémoire et pour donner la raison de quelques faits anormaux constatés et attribués, quelquefois sans preuves suffisantes, à la nature de la poudre.

Toutes ces conditions influant sur la combustion de la poudre doivent bien entrer en ligne de compte pour sa fabrication, mais aussi pour l'emploi d'une poudre donnée dans des canons où ces éléments diffèrent. En augmentant le poids du projectile, diminuant le pas des rayures, on peut utiliser dans une bouche à feu une poudre qui d'abord était trop lente et ne s'y comburait qu'en partie ; mais aussi par les mêmes changements on peut obtenir des effets brisants d'une poudre qui primitivement avait donné de bons résultats.

Longueur de parcours du projectile. — La longueur qui influe sur la vitesse du projectile doit être comptée depuis le culot, à la position de chargement, jusqu'à la tranche de la bouche. C'est elle qui détermine, selon la vitesse, le temps pendant lequel le projectile sera soumis à l'action des gaz ; aussi nous la considérons comme longueur absolue et non exprimée en calibre comme cela se fait généralement.

Son influence ne s'exerce pas d'une manière directe sur la combustion; mais, par son effet sur l'emploi des gaz pour le mouvement du projectile, on doit en tenir un compte sérieux dans le choix et l'emploi d'une poudre. Avec une grande longueur d'âme, en effet, on peut employer des poudres beaucoup plus lentes pour obtenir une même vitesse; en la diminuant, au contraire, on peut être forcé, si on veut atteindre une vitesse donnée, d'employer une poudre et un mode de chargement qui donnent des effets trop brisants (1) pour le système de construction de la bouche à feu.

Rendement d'une bouche à feu. — Le rendement d'une bouche à feu n'a d'autre mesure que la force vive imprimée au projectile; cette force vive n'est que la portion du travail total de la poudre que le système de la bouche à feu, le mode du chargement et les conditions balistiques du projectile permettent de recueillir (2).

Quand un même poids d'une poudre brûle dans des conditions différentes, il faut admettre qu'il dégage la même quantité de travail, et pourtant on ne peut pas toujours en recueillir la même proportion. Ainsi, si on fait détoner un poids de poudre dans l'espace qu'il remplit exactement, on aura une pression bien plus considérable que si on le fait détoner dans un espace double. Dans le second cas, il y aura eu le même travail que dans le premier; mais une portion aura été absorbée, inutilement

(1) Nous appelons effet brisant d'une poudre l'effet d'une tension trop considérable pour la solidité de la bouche à feu. Les expériences faites en Angleterre ont montré que si on fait détoner la poudre en vase clos, la pression est la même, quelles que soient la densité et la grosseur du grain; mais dès qu'il y a fuite de gaz, c'est-à-dire possibilité de détente pendant la détonation, les poudres les plus grosses et les plus denses donnent aussitôt moins de pression. Ce fait remarquable a été découvert par M. le capitaine Noble, le savant inventeur du chronoscope. Toutes les poudres sont donc susceptibles de donner des effets brisants, suivant la manière dont on les fait détoner. Pour une même vitesse à donner au projectile dans une bouche à feu, l'effet brisant ne se comprend que comme une fonction inverse du temps qu'on met à communiquer la vitesse au projectile. Si ce temps est court et la masse des gaz peu considérable, il faudra partir d'une forte tension et il y aura effet brisant; si au contraire la masse de gaz est plus forte et le temps d'action plus long, on pourra avoir la même vitesse en partant d'une tension bien moindre et l'effet brisant aura disparu.

(2) Nous ne nous occupons encore ici que de la force vive du projectile à la sortie de la bouche à feu.

pour le travail recueilli, par la détente des gaz pour remplir l'espace plus grand. Si donc, dans un canon, on place la charge dans des conditions telles qu'elle se combure à une faible pression, on ne pourra pas en retirer autant de travail que si on la faisait se comburer à une pression plus forte (en y comprenant au besoin les travaux produits sur la pièce et le projectile par une trop forte pression).

La quantité de travail qu'un même poids de poudre peut donner à des projectiles est aussi une fonction de la vitesse de ces derniers. Le projectile ne se mouvant que par la différence de sa vitesse et de celle que les gaz tendent à prendre sous leur pression, si une charge de poudre a détoné dans des conditions déterminées, on pourra recueillir plus complétement son travail sur un projectile de grande masse animée d'une vitesse relativement faible que sur un projectile de faible masse animée d'une vitesse considérable. On pourra, en plus, utiliser pour le premier une plus grande longueur d'âme que pour le second, c'est-à-dire faire agir les gaz sur lui plus longtemps ; mais, dans tous les cas, les gaz devenus inutiles pour l'accélération du projectile marchant rapidement et qui doivent être dès lors abandonnés peuvent encore servir à celle du projectile qui se meut plus lentement [1].

Le calibre a aussi une influence sur le rendement ; nous avons fait voir en effet que dans les petits calibres, avec un même mode de chargement, un poids de poudre communiquait moins de force vive au poids correspondant du projectile que dans les gros calibres.

Pour tirer le meilleur rendement possible d'une bouche à feu, on voit qu'il y a à faire accorder ensemble les conditions de construction et de dimension de la pièce, son mode de chargement et l'espèce de poudre qui sera appelée à la servir.

---

[1] Les expériences faites en Angleterre ont montré, en effet, que même avec une longueur de canon constante, en alourdissant successivement le projectile qui pèse trois fois le poids de la sphère pleine jusqu'à ce qu'il atteigne 12 fois le même poids, on avait un accroissement continu, qui allait à 1/10 environ, dans le travail recueilli par le projectile.

L'équilibre de ces diverses conditions découle de l'étude que nous venons de faire et en forme pour ainsi dire le résumé.

Considérons les variables qui déterminent les qualités balistiques d'une pièce ; nous les réduisons aux suivantes : la longueur et le diamètre de la chambre ; la longueur de parcours du projectile et le calibre de l'âme ; la profondeur des rayures et leur pas si elles sont héliçoïdales ou leur angle à la sortie si elles sont paraboliques ([1]).

Considérons en même temps le poids de la charge, la densité et les dimensions des grains, et voyons de quelle manière ces éléments peuvent influer sur le rendement de la bouche à feu.

La charge étant constante, si on augmente la densité du chargement, on aura accroissement de vitesse ; mais cet accroissement provenant de la très-forte tension des gaz, surtout au moment du départ, tend à fatiguer la pièce, principalement à la culasse.

Si on augmente la charge et la densité de chargement, on aura accroissement de vitesse avec des effets de tension analogues ; mais, dans ce cas, pour la même vitesse, on peut déjà réduire les effets brisants sur la culasse en partant d'une pression initiale moindre, puisque la masse de gaz étant plus considérable perdra moins de pression par la détente dans toute l'âme.

Si on augmente la charge en laissant la même densité de chargement, c'est-à-dire en allongeant la chambre, on aura, jusqu'à certaines limites que la longueur d'âme détermine, accroissement de vitesse sans avoir d'accroissement notable de tension, pour les raisons données plus haut.

On peut enfin obtenir une augmentation de vitesse avec diminution de tension en accroissant la charge plus

([1]) Je néglige à dessein quelques données moins importantes pour le sujet que nous traitons, telles que le nombre des rayures, le mode de montage du projectile, etc.

que dans le cas précédent, diminuant la densité du chargement et mieux, en augmentant encore davantage la charge et la formant d'une poudre plus dense et à grains plus gros, c'est-à-dire en réduisant la surface initiale de l'inflammation [1].

L'accroissement de la longueur parcourue par le projectile augmentera également la vitesse pour le même mode de chargement, mais aura surtout pour effet d'aider à la diminution des pressions initiales en donnant aux gaz plus de temps d'action sur le projectile et permettant ainsi d'employer la poudre la plus lente à la plus forte charge et à la densité de chargement la plus faible pour avoir une vitesse donnée.

Les résistances de toute nature opposées à l'expansion des gaz produiront sur des projectiles de poids constant des accroissements de vitesse, et dans le cas particulier d'une augmentation de poids du projectile on aura un accroissement de force vive, c'est-à-dire de rendement du canon [2]. Mais ces accroissements de vitesse ou de force vive qui ne sont produits que par une augmentation de tension au moment du départ du projectile, sont de ceux qui à certaines limites deviennent nuisibles pour le canon.

En résumé, toutes les variables que nous avons étudiées dans la pièce peuvent se diviser, au point de vue de son rendement, en deux classes : les premières ne peuvent augmenter la vitesse du projectile que par accroissement de tension, elles ont donc un caractère nuisible pour la bouche à feu ; les autres, au contraire, peuvent produire l'augmentation de vitesse par l'accroissement de la masse des gaz et du temps pendant lequel ils agissent sur le projectile, elles ont donc un caractère conservateur pour la

---

(1) En partant de grains cubiques pour arriver à des grains de même épaisseur, mais de 1 de hauteur sur 2 de base, on diminue la surface initiale d'inflammation, dans le rapport de 3 à 2. On voit donc que, pour l'instant de l'inflammation, la poudre se trouve dans les mêmes conditions que si on passait de la densité de chargement 0,6 à 0,9, variation qu'il serait presque impossible de produire dans une pièce dont on voudrait tirer des services semblables dans les deux cas.

(2) Nous avons déjà cité dans une note précédente des expériences à l'appui de cette assertion.

bouche à feu et doivent être préférées toutes les fois qu'on n'aura pas montré que l'accroissement de puissance demandé est impossible à atteindre par leur variation.

Nous croyons avoir suffisamment fait voir que l'effet de la poudre dans une bouche à feu, si on a toutes les variables de la pièce à sa disposition comme dans une pièce qu'on construit, dépend plus encore de l'emploi de ces variables que de la nature de la poudre; autrement dit, qu'une poudre relativement lente étant donnée peut devenir très-brisante si on la place dans un canon où on ne lui demande un grand travail que par l'accroissement considérable de la tension initiale [1].

Mode à suivre pour la recherche d'une poudre convenant à un système d'artillerie déterminé. — Tout ce que nous venons de dire a une corrélation directe avec la recherche d'une poudre unique pour un système d'artillerie déterminé, puisque la poudre une fois fixée, les seules variables qui restent sont celles inhérentes à l'établissement des différentes bouches à feu. La pièce qui servira de point de départ pour la fixation de la poudre a donc une énorme importance, puisque de son choix peut dépendre la possibilité d'employer cette poudre dans tous les calibres du même système.

L'augmentation du calibre, en conservant la similitude des formes, diminue la solidité des pièces et force la combustion à se faire sous une plus forte pression; il serait donc rationnel, si toutes les pièces d'un système devaient tirer dans les mêmes conditions, de partir de la pièce du plus gros calibre pour assurer l'innocuité de la poudre adoptée pour ce système. Mais les besoins qui fixent la tension de la trajectoire pour les pièces de campagne et les pièces de siége sont loin d'être de même nature, et les trajectoires courbes, dans le second cas, sont presque aussi nécessaires que les trajectoires tendues dans le pre-

---

[1] *Mémorial de l'artillerie de la marine* aux pages déjà citées.

mier. Il s'ensuit, pour les pièces de siége, une possibilité de diminuer suffisamment la vitesse pour que la pièce qui fatiguera le plus dans le sytème ne soit pas celle du plus gros calibre réel, mais celle du plus fort calibre tirant à trajectoire tendue. On voit alors que c'est pour cette pièce que devrait être étudiée la poudre unique qui doit servir à tout le système. Pour l'utiliser dans les calibres supérieurs qui ont besoin de moins de vitesse, il faudrait, d'après ce que nous avons vu, demander cette diminution plus à l'affaiblissement de la densité du chargement qu'à la diminution de la charge; pour les calibres inférieurs, où le chargement proportionnel donnerait moins de vitesse, il faudrait demander l'augmentation nécessaire plus à l'accroissement de la charge qu'à celui de la densité du chargement; c'est-à-dire, dans les deux cas, tenir les chambres assez longues et ne pas faire trop différer la longueur des pièces qui doivent tirer à des vitesses comparables. La diminution de pression provenant de ce mode de chargement permettrait un amincissement suffisant du métal dans les petits calibres pour donner la différence de poids que leur service peut réclamer [1].

Conclusions. — On peut conclure de ce qui précède que les recherches et études relatives aux poudres doivent être faites simultanément, aux points de vue de leur fabrication et de leur emploi dans les bouches à feu.

Bien que les phénomènes de la combustion qui se produisent dans la chambre aux premiers instants de l'inflammation de la charge, et ceux qui se passent pendant le parcours du projectile dans l'âme de la pièce, soient liés par de nombreuses relations, il résulte des considérations qui viennent d'être développées que les premiers sont beaucoup plus compliqués, ont plus d'influence que les seconds, et que le mode de chargement doit être étudié avec le plus grand soin pour les bouches à feu se chargeant

[1] Des conclusions analogues avaient été déjà présentées dans notre première étude; nous avons cru utile de les répéter ici en les développant davantage.

par la culasse. C'est également au point de vue du chargement que doit surtout être examinée la question, lorsqu'on veut utiliser une même poudre pour le tir de bouches à feu de différents calibres appartenant à un même système d'artillerie.

On peut donc dire que si les lois qui régissent l'action de la densité et de la forme du grain sur la vitesse et les effets à obtenir, et qui sont les seules choses dépendantes de la fabrication, sont peu nombreuses et d'un facile usage, il n'en est pas de même pour la question complexe de l'emploi d'une poudre, soit qu'on lui demande de produire tout le rendement que peut donner une bouche à feu, soit qu'on lui demande de satisfaire aux conditions de tir imposées à des pièces de différents calibres.

Les relations entre un système d'artillerie et la poudre qui lui est destinée sont telles, qu'on ne doit pas séparer les recherches et études relatives à l'un et à l'autre, si l'on ne veut pas s'exposer à avoir, par exemple, une poudre fabriquée dans les meilleures conditions possibles pour obtenir, dans certaines bouches à feu, des vitesses déterminées sans qu'on puisse arriver avec cette poudre, par suite des dimensions de la chambre des autres bouches à feu du système, à une densité de chargement convenable pour leur résistance.

F. Castan, *capitaine d'artillerie*,
à la poudrerie du Bouchet.

L'ARTILLERIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

MATÉRIEL KRUPP — MATÉRIEL VAVASSEUR

(Extrait du Rapport adressé au Ministre de la guerre par les capitaines JOUART et HUTER, à la suite de leur mission à Vienne.)

MATÉRIEL KRUPP (*)

(*Fin.*)

CANON DE 24c LONG, SUR Aaffut DE MARINE

(Pl. VIII, fig. 1, 2, 3.)

Bouche à feu. — En acier fondu, renforcée par une double couche de frettes.

Diamètre de l'âme dans les cloisons		235mm,4
— dans les rayures		241 ,1
Longueur totale de la bouche à feu (22 cal.)		5 230 ,0
— de l'âme (19 calibres)		4 511 ,0
— de la partie rayée de l'âme (non compris le raccordement avec la chambre)		3 452 ,0
Rayures (cunéiformes)	Nombre	32
	Profondeur	2mm,85
	Largeur à la culasse	19 ,2
	Largeur à la bouche	15 ,25
	Pas du flanc directeur	16m,48
Cloisons	Largeur à la culasse	3mm,9
	Largeur à la bouche	7 ,85
Poids de la bouche à feu (y compris le mécanisme de culasse)		15 500k
Prépondérance de culasse		0

		Obus en acier.	Obus allongé en fonte.
Munitions. —	Poids de l'obus chargé	135k	118k,5
	Charge explosive	3k	6k,8
	Charge de tir (poudre prismatique)	24k	20k,0
	Vitesse initiale	430m	424m

(*) Voir les livraisons de novembre et de décembre 1873.

Affût. — Le canon de 24c long est destiné à être placé dans les angles des entre-ponts des vaisseaux et doit pouvoir tirer par 3 sabords voisins (un sabord de chasse ou de retraite et deux sabords d'angle); il faut qu'on puisse lui donner facilement et rapidement un déplacement angulaire de 90°. Dans ce but, le châssis repose sur une plaque tournante, portant deux voies circulaires, l'une pour les roulettes postérieures, l'autre pour une semelle en tôle fixée sous le châssis à peu près au milieu de l'intervalle qui sépare les roulettes postérieures de celles de devant. Celles-ci roulent sur une voie circulaire fixée sur le pont et non sur la plaque tournante. Au moyen d'un appareil hydraulique installé sous le châssis, entre la semelle d'appui et les roulettes antérieures, un seul homme peut soulever le devant du châssis; la pièce ne portant plus alors que sur la plaque tournante, on peut, après avoir enlevé la cheville ouvrière, faire tourner la plaque sur son axe et changer la pièce de sabord.

L'affût est muni d'un frein à lames, avec serrage automatique, qui limite le recul; au châssis sont adaptés deux jeux de quatre lames, entre lesquelles viennent glisser les lames fixées à l'affût.

Le pointage en hauteur s'effectue à l'aide d'arcs dentés, et le pointage en direction à l'aide d'une roue d'angle engrenant avec une voie circulaire en bronze, comme dans l'affût du canon de 26c.

L'affût présente une disposition assez compliquée permettant, au moyen de deux embrayages distincts, de mettre en mouvement par la même manivelle, soit l'affût sur son châssis, soit le châssis sur la plate-forme.

Pour cela le châssis porte de chaque côté, à sa partie postérieure, un support en bronze (fig. 2) destiné à recevoir deux arbres : l'arbre supérieur de chaque côté est armé seulement de la manivelle motrice, A, et d'un petit pignon; l'arbre inférieur au contraire, qui règne dans toute la largeur du châssis, est muni à chaque extrémité

d'une roue dentée et d'une poulie à gorge, *a*, tandis que vers le milieu se trouve le mécanisme d'embrayage : celui-ci comprend un pignon d'angle faisant corps avec un collier denté et un manchon d'embrayage, *g*, le tout mobile autour de l'arbre mais ne pouvant se déplacer suivant son axe ; un rochet, *h*, fixé sur le châssis, peut s'abattre dans les dents du collier. La seconde moitié du manchon d'embrayage est au contraire mobile le long de l'arbre, mais solidaire de son mouvement de rotation ; ses déplacements longitudinaux s'obtiennent avec une fourche dont la poignée fait saillie en dehors de la queue du châssis.

Le pignon de l'embrayage commande d'ailleurs le pignon moteur du mécanisme au moyen duquel on déplace latéralement le système du châssis et de l'affût.

Le mouvement de l'affût sur son châssis, pour mettre hors de batterie, s'obtient avec une chaîne sans fin qui passe sur les poulies à gorge et sur d'autres poulies semblables adaptées à l'affût (fig. 3) : les gorges de toutes ces poulies sont taillées de manière à former engrenage avec les mailles de la chaîne. La chape des poulies est mobile dans une coulisse, *p*, fixée à l'affût et dont les faces antérieure et postérieure portent une encoche, *m* ; un levier relie d'autre part la chape avec la douille dans laquelle on embarre pour faire reposer l'affût sur ses roulettes postérieures, de sorte qu'en faisant cette opération, destinée à faciliter les mouvements de l'affut sur le châssis, on soulève en même temps la poulie et on engage la chaîne dans l'encoche de la coulisse : la chaîne est alors fixée en ce point, et si l'on manœuvre la manivelle, on fait reculer ou avancer l'affût sur le châssis. Si en même temps on embraye le pignon d'angle sans abattre le rochet, le châssis se déplace latéralement ; si au contraire le rochet est abattu, les déplacements latéraux sont impossibles. Enfin, quand les poulies de l'affût sont abaissées, leur rotation ne peut plus communiquer aucun mouvement à l'affût. Ce mécanisme, ingénieux sans doute, paraît cependant plus com-

pliqué qu'il n'est nécessaire pour l'objet qu'on se propose.

Poids de l'affût proprement dit.	2 344^{k}
— du châssis.	5 466
Poids total.	7 850^{k}
Hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol.	1^{m},195

Expériences. — Dans des expériences faites à Tegel, à la distance de 470 mètres, l'obus en acier, tiré par le canon de 24^{c} à la charge de 24 kil., a percé une plaque de 8 pouces d'épaisseur; tiré contre une cuirasse formée d'une plaque de 9 pouces et d'un matelas en bois, l'obus a percé la plaque et pénétré de 137 millimètres dans le matelas.

CANON DE 21^{c} LONG, SUR AFFUT DE COTE.

Bouche à feu. — En acier fondu, renforcée par une couche de frettes.

Diamètre de l'âme.	dans les cloisons	209^{mm},3
	dans les rayures..	214 ,5
Longueur totale de la bouche à feu.		4 708 ,0
— de l'âme (20 calibres)..		4 106 ,0
— de la partie rayée		3 208 ,0
— de la chambre (y compris le raccordement avec l'âme).		942 ,0
Longueur totale de la ligne de mire		1 831 ,0
Rayures (cunéiformes)	Nombre	30
	Profondeur.	2^{mm},6
	Pas du flanc directeur (68 cal.)	14^{m},23
	Largeur à la culasse. . . .	18^{mm},5
	Largeur à la bouche	14 ,6
Cloisons. . . .	Largeur à la culasse	3 ,4
	Largeur à la bouche	7 ,3
Poids de la bouche à feu (avec le mécanisme de culasse).		10 000^{k}
Prépondérance de culasse.		0

	Obus en acier.	Obus allongé en fonte.
Munitions. — Poids de l'obus chargé.	95^k	79^k
Charge de tir maximum (poudre prismatique).	17^k	14^k
Vitesse initiale	430^m	430^m

Affût. — Le canon de 21^c est monté sur un affût de côte tout à fait semblable à celui du canon de 30^c $^1/_2$ avec frein hydraulique, dispositif pour ramener la pièce automatiquement en batterie, arcs dentés pour le pointage en hauteur, chaîne fixée à la plate-forme pour le pointage latéral, etc. Il n'y a qu'une légère différence dans la transmission du mouvement des engrenages pour le pointage latéral : la grande roue dentée, concentrique à la poulie sur laquelle s'enroule la chaîne, engrène directement avec un pignon, muni d'une manivelle, à l'aide de laquelle on donne le mouvement angulaire à la pièce.

Poids de l'affût.	2 090^k
— du châssis.	5 110
Poids total	7 200^k
Hauteur de l'axe de la bouche à feu au-dessus de la plate-forme	2^m,015

Expériences. — On trouve dans la brochure : *Die lange 21^c Ring-Kanone der Küsten-Artillerie* (le canon de 21^c, long, fretté, de l'artillerie de côte), quelques renseignements sur la puissance de perforation du canon de 21^c et sur la justesse de son tir.

Les nombres suivants se rapportent à l'obus en fonte durcie, qui a sensiblement le même poids (98^k) et la même vitesse initiale (422 mètres) que l'obus en acier exposé par M. Krupp.

Distances..... mètres	150	450	900
Vitesse restante..... mètres	413	397	375
Force vive restante..... tonnes-mètres	837	790	707
Force vive par centimètre de circonférence .... t.-m.	13,08	12,02	10,76
Force vive par cent. carré de section droite... t.-m.	2,49	2,30	2,06

A ces nombres correspondent les effets de perforation suivants :

A 150 mètres, l'obus de 21e perce, sinon complétement, du moins à peu près, une cuirasse formée d'une plaque de 9po (228mm) d'épaisseur, appuyée à un matelas de bois de teak de 10po (254mm) avec un revêtement extérieur en fer de 2 × 3/4po (38mm).

A 450 mètres, il traverse une plaque de 8po (203mm) appuyée au même matelas que la précédente.

A 1 200 mètres, il perce une plaque de 7po (178mm) et un matelas de 29po (738mm), formé moitié de bois de teak, moitié de bois de chêne.

A 1 400 mètres, il perce une cuirasse formée d'une plaque de 6po (152mm), d'un matelas en bois de teak de 10po, et d'un revêtement en fer de 2 × 3/4po (38mm).

Tension de la trajectoire. — Justesse du tir.

		OBUS EN FONTE DURCIE Charge 17 kil.				OBUS ALLONGÉ (*Langgranate*). Charge 14 kilog.			
		mèt.	mèt.	mèt.	m.	mèt.	mèt.	mèt.	m.
Distances		1000	2000	3000	3800	1000	2000	3000	3800
Zone danger. pr un but haut de 2m		64,7	26,3	13,6	8,6	64,7	23,5	12,6	8,2
Dimensions de la bande contenant 50 % des coups.	Hauteur.	0,3	1,5	3,66	7	0,73	1,98	4,89	7,3
	Largeur.	0,28	1,37	3,1	7	0,60	0,78	1,6	3
	Longr...	22	19	22,8	30	23	23,2	25,1	29,6

CANON DE 17c SUR AFFUT DE GAILLARD.

Bouche à feu. — En acier fondu, frettée (une seule couche de frettes).

Diamètre de l'âme. { dans les cloisons 172mm,6
dans les rayures . . . . . 175 ,8

Longueur totale de la bouche à feu . . . . . 4 250 ,0

— de l'âme (22 calibres) . . . . . 3 780 ,0

— de la partie rayée (non compris le raccordement) . . . . . 2 960 ,0

Rayures (parallèles) {
Nombre 48
Profondeur 1mm,6
Pas (65 calibres) 11m,200
Largeur 3mm,5

Poids du canon (avec le mécanisme de culasse). 5 600^{k}
Prépondérance de culasse. 0

		Obus en acier.	Obus allongé en fonte.
Munitions. —	Poids de l'obus chargé.	55^{k}	45^{k}
	Charge de tir (poud. pr.)	12	10
	Vitesse initiale	460^{m}	465^{m}

Affût. — L'affût à châssis qui porte le canon de 17^{c} est destiné à être placé à l'avant ou à l'arrière des vaisseaux cuirassés, et organisé de manière à pouvoir être rapidement ramené en arrière et mis à l'abri. Le châssis est muni de 8 galets montés excentriquement, dont 4 peuvent rouler sur deux voies circulaires et servent pour le pointage latéral, et les 4 autres, roulant sur des rails longitudinaux servent à retirer le châssis en arrière de sa position de batterie. On peut à volonté faire porter le châssis sur les 4 premiers galets ou sur les 4 derniers. Des patins en tôle, fixés sous les côtés du châssis, les soutiennent en leur milieu et prennent appui sur une troisième voie circulaire intermédiaire entre les deux autres.

Le recul de la pièce est limité au moyen d'un frein à lames (6 lames au châssis, 7 à l'affût), avec serrage automatique.

Le châssis porte deux lunettes, l'une reliée à l'entretoise de devant et entourant la cheville ouvrière, l'autre, fixée à l'entretoise de derrière, au moyen de laquelle on peut donner à l'affût un deuxième point d'attache sur le pont et le garantir contre les déplacements dus au roulis.

Poids de l'affût. . . . . 1 255^{k}
— du châssis 2 235

Poids total. . . . . 3 490^{k}

Hauteur de l'axe du canon au-dessus du pont. 1^{m},020

CANON DE 15^{c} LONG, SUR AFFUT DE VAISSEAU

Bouche à feu. — En acier fondu, renforcée par une couche de frettes.

Diamètre de l'âme.	dans les cloisons	149^{mm},1
	dans les rayures	152 ,2
Longueur totale de la bouche à feu.		3 850 ,0
— de l'âme (23 calibres).		3 430 ,0
— de la partie rayée (non compris le raccordement)		2 685 ,0
Rayures (parallèles)	Nombre	48
	Profondeur	1^{mm},55
	Largeur	6 ,75
	Pas (65 calibres).	9^{m},700
Largeur des cloisons.		3^{mm},0
Poids du canon (avec le mécanisme de culasse).		4 000^{k}
Prépondérance de culasse (au point où commence l'arrondissement de la tranche de la culasse.		75^{k}

		Obus en acier.	Obus allongé en fonte.
Munitions. —	Poids de l'obus chargé.	35^{k}	28^{k}
	Charge de tir maximum (poudre prismatique).	8^{k}	6^{k},5
	Vitesse initiale	460^{m}	465^{m}

Affût. — Le canon de 15^{c} long est destiné à l'armement des corvettes et autres bâtiments de même ordre. L'affût en tôle est monté sur un châssis bas et muni d'un frein à lames; au châssis sont fixées 6 lames de frein, contre lesquelles viennent frotter 7 lames reliées à l'affût. Une brague fixée à l'affût et passée sur l'entretoise de devant du châssis est destinée à arrêter la pièce, dans le cas où l'action du frein aurait été insuffisante; l'entretoise est garnie de bois dans la partie où passe la brague.

Le pointage en hauteur se donne au moyen d'un arc denté, relié à la culasse de la pièce, et muni d'engrenages.

Habituellement le châssis repose sur la voie circulaire du milieu par l'intermédiaire de deux patins en tôle, boulonnés sous les côtés; pour le pointage latéral, on fait porter le châssis sur les roulettes; pour cela, on soulève la queue du châssis en agissant sur les roulettes posté-

rieures, qui sont montées excentriquement et munies de douilles à levier.

Poids de l'affût	1 505^{k}
— du châssis.	935
Poids total	2 440^{k}
Hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol.	0^{m},960

CANON DE 12^{c} SUR AFFUT DE VAISSEAU.

Bouche à feu. — En acier fondu, frettée.

Calibre		120^{mm},3
Longueur totale de la bouche à feu.		2 925 ,0
Longueur de l'âme (21 $^{1}/_{2}$ cal.).		2 602 ,0
— de la partie rayée (non compris le raccordement)		2 176 ,0
Rayures (cunéiformes)	Nombre	18
	Pas constant (70 cal.). . . .	8^{m},420
	Profondeur.	1^{mm},3
	Largeur à la culasse. . . .	18 ,5
	Largeur à la bouche. . . .	14 ,5
Largeur des cloisons. . .	à la culasse . . .	2 ,5
	à la bouche. . . .	6 ,5
Poids (y compris le mécanisme de culasse).		1400^{k}
Prépondérance de culasse (à la tranche de la culasse.		100^{k}

		Obus en acier.	Obus en fonte.
Munitions. —	Poids de l'obus chargé.	17^{k},5	13^{k},5
	Charge de tir (poudre à gros grains). . . .	3^{k},5	3 ,0
	Vitesse initiale.	450^{m}	450^{m}

Affût. — La bouche à feu est montée sur un affût en tôle, destiné à être placé dans les batteries ou sur le pont de vaisseaux de guerre d'un faible tirant d'eau. L'affût repose sur le plancher par 4 roulettes dont les axes sont perpendiculaires à la pièce ; celles de derrière sont montées excentriquement ; une cinquième roulette, placée

entre les deux plaques perpendiculairement aux premières, supporte la queue de l'affût quand les roulettes postérieures ne sont pas en prise, et sert à donner le pointage latéral. Le pointage en hauteur s'effectue à l'aide de deux axes dentés fixés à la culasse, et un système d'engrenages. Limite des angles de tir — 10° et + 15°.

L'affût est muni d'un frein hydraulique. La tige du piston est reliée à l'affût : l'extrémité opposée du corps de pompe est munie de tourillons horizontaux et d'un axe vertical ; les tourillons sont maintenus par des sus-bandes à charnière dans une crapaudine double, portée par un pivot qui traverse le pont du navire (pl. VIII, fig. 4). Quand on remet en batterie, une fourche en fer, *a*, fixée à l'affût vient embrasser l'axe vertical, *b*; on évite ainsi de fausser la tige du piston dans les déplacements latéraux, le frein se trouvant relié à l'affût par ses deux extrémités.

Une brague, qui passe dans une lisse en bois fixée au devant de l'affût, limite le recul, dans le cas où l'action du frein aurait été insuffisante.

Poids de l'affût.	895^{k}
Hauteur de l'axe de la bouche à feu au-dessus du pont.	0^{m},900

CANON DE 9^{c} DE CAMPAGNE SUR AFFUT.

Bouche à feu. — Ce canon diffère du canon de 9^{c} réglementaire en Prusse, en ce que la fermeture de culasse est à coin cylindro-prismatique.

Calibre			91^{mm},5
Longueur totale de la bouche à feu			2040 ,0
Longueur de l'âme (20 calibres).			1819 ,0
Rayures (cunéiformes)	Nombre		16
	Pas (du flanc direct.) (50 c.).		4^{m},53
	Largeur	à la culasse	15^{mm},5
		à la bouche. . . .	11 ,5
Largeur des cloisons. . .		à la culasse. . . .	2 ,5
		à la bouche. . . .	6 ,5

Poids (y compris le mécanisme de fermeture).	425^k
Prépondérance de culasse (à la tranche de la culasse).	50^k
Munitions. — Poids de l'obus chargé.	$6^k,900$
Charge de tir.	0 ,600
Vitesse initiale.	322^m

Affût. — L'affût est en fer, mais de formes tout à fait analogues à celles de l'affût en bois réglementaire. Les flasques, parallèles entre eux, sont formés chacun d'une feuille de tôle, renforcée sur ses deux bords par des cornières avec rivets; les cornières sont extérieures au flasque, mais ont leur rebord tourné vers l'intérieur. Les flasques sont réunis entre eux par une entretoise de crosse, feuille de tôle courbée; par une entretoise du milieu, tôle plane placée un peu en arrière de l'encastrement des tourillons; par une troisième entretoise, en tôle courbée, à la tête d'affût; enfin par les parois du coffret d'affût. L'entretoise du milieu et celle de devant sont échancrées pour laisser passage à la pièce. L'épaisseur de la tôle est d'environ 5^{mm}; la plus grande hauteur des flasques est de $0^m,40$, en arrière des tourillons, la plus petite hauteur, vers la crosse, de $0^m,12$; les cornières ont 50^{mm} de côté. Toutes les autres parties de l'affût (roues, mécanisme de pointage, siége d'essieu, ferrures, etc.), sont exactement pareilles à celles de l'affût en bois.

Poids de l'affût, non équipé, sans le canon . .	546^k
Limites des angles de tir	-8° et $+15^o\,{}^3/_{16}$.

CANON DE 8c DE CAMPAGNE SUR AFFUT.

Bouche à feu. — Elle diffère du canon de 8c réglementaire en Prusse par la fermeture de culasse qui est à coin cylindro-primastique et par quelques dimensions.

Calibre	$78^{mm},5$
Longueur totale de la bouche à feu.	1 935 ,0
Longueur de l'âme (22 calibres).	1 728 ,0

Rayures (cunéiformes)	Nombre		12
	Pas (46 calibres)		$3^m,62$
	Largeur	à la culasse	$18^{mm},0$
		à la bouche	15 ,0
Largeur des cloisons		à la culasse	2 ,5
		à la bouche	6 ,5

Poids . . . . . 290^k
Prépondérance de culasse 70
Munitions. — Poids de l'obus chargé . . . . . $4^k,300$
Charge de tir . . . . . 0 ,500
Vitesse initiale . . . . . 357^m (1)

Affût. — L'affût en tôle est tout à fait semblable à celui de 9c ; il n'en diffère que par les dimensions. La plus grande hauteur des flasques est de $0^m,300$, la plus petite de $0^m,100$. La largeur des cornières est de 40 millimètres.
Limites des angles de tir . . . . . — 8° et + 13° 15/16
Poids de l'affût sans le canon ni accessoires. . 460^k

Cet affût, bien qu'il porte la pièce de 8c du modèle réglementaire dans l'artillerie saxonne, paraît, d'après quelques renseignements obtenus indirectement, destiné à recevoir un canon de 8c, fretté, actuellement à l'étude, et tirant des obus à ceinture de cuivre.

CANON DE 6c DE MONTAGNE SUR AFFUT.

Bouche à feu. — Fermeture à coin prismatique simple avec arêtes arrondies :

Calibre		$60^{mm},0$
Longueur totale de la bouche à feu		1250 ,0
Longueur de l'âme (19 calibres)		1130 ,0
Rayures (parallèles)	Nombre	18
	Pas (35 calibres)	$2^m,10$
	Largeur	$7^{mm},5$
Largeur des cloisons		3 ,0
Poids (y compris le mécanisme de culasse).		107^k

(1) Les tables de tir prussiennes n'indiquent qu'une vitesse initiale de 311 mètres pour le même projectile et la même charge.

Prépondérance de culasse . . . . . 14^{k}

Munitions. — Poids de l'obus chargé . . . . . 2^{k},3

Charge de tir . . . . . 0 ,2

Vitesse initiale . . . . . 300^{m}

Affût. — L'affût se compose de deux flasques parallèles entre eux, formés chacun d'une feuille de tôle avec cornières; celles-ci sont fixées par des rivets en dedans des flasques et ont leur rebord tourné vers l'intérieur. Les flasques sont réunis entre eux par une entretoise de crosse, plaque de tôle courbée ; par une entretoise en fer rond, vers la tête d'affût, et, vers le milieu, par l'écrou de pointage ; cet écrou, en bronze, présente deux oreilles qui sont maintenues entre deux cornières verticales fixées contre le dedans des flasques. Une vis de pointage simple avec manivelle traverse cet écrou et supporte la culasse. Le frein destiné à limiter le recul est installé sur l'essieu à droite et à gauche de l'affût; il est organisé de la manière suivante : l'essieu, en acier, présente près de la naissance de chaque fusée un pas de vis sur lequel est placé un écrou de serrage, que l'on peut serrer plus ou moins contre le moyeu métallique de la roue ; l'écrou est muni, à cet effet, de deux bras de manivelle; le sens du pas de vis est tel que, dans le tir, le frottement de la roue contre l'écrou le visse sur l'essieu de manière à le faire presser de plus en plus contre le moyeu, et à enrayer la roue.

Poids de l'affût . . . . . 109^{k}

Hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol. 0^{m},66

Limite des angles de tir . . . . . — 10° et + 21°

GRUE POUR CANON DE 30^{c} $^{1}/_{2}$.

On ne terminera pas la description du matériel d'artillerie exposé par l'usine Krupp, sans dire quelques mots de la grue dont on a dû se servir pour mettre en batterie le canon de 30^{c} $^{1}/_{2}$. Il est facile de se rendre compte des difficultés que présente une semblable opération, si l'on

songe que l'affût pèse 21 000 kil., et la pièce seule 36 600 kil.

La grue forme un immense bâti composé de deux piles quadrangulaires pyramidales et d'un chapeau; les piles, d'une hauteur de plus de 7 mètres, sont construites en fer cornière, d'un échantillon relativement très-petit, et fortement entretoisées sur leurs faces latérales, comme le montre le croquis (Pl. VIII, fig. 5). Chacune d'elles renferme, à sa partie inférieure, un treuil mû par une série d'engrenages et monté sur un solide bâti en fonte. L'ordre alphabétique des lettres de la figure indique la manière dont les roues et pignons des engrenages se commandent entre eux.

Le chapeau, d'une longueur de 6 mètres, est formé de deux fermes solidement moisées et entretoisées, portant à leur faîte une poulie double, et, vers le milieu de chaque arbalétrier, une poulie simple. Une très-longue chaîne (mailles de $\frac{130^{mm}}{100^{mm}}$, en fer de 30^{mm}) est fixée aux treuils par ses deux extrémités et embrasse les poulies du chapeau ainsi qu'une moufle à trois poulies, dont la chape est armée d'un solide crochet double; la chaîne est disposée de façon à faire $^1/_2$ tour sur chaque poulie simple, 1 tour sur la poulie double et $^1/_2$ tour sur la moufle, comme l'indique le tracé des brins qui se trouvent ainsi doubles entre la poulie centrale et la moufle. Aux crochets de la chape sont suspendues deux chaînes courtes (mailles de $\frac{250^{mm}}{180^{mm}}$, en fer de 50^{mm}), terminées par de très-forts crochets et destinées à arrimer les fardeaux. On comprend aisément comment, grâce à ce dispositif, on peut élever le canon de 30^c $^1/_2$ à une certaine hauteur avec un nombre d'hommes très-limité; mais aussi on se demande si ces canons gigantesques sont bien appelés à rendre des services en rapport avec les dépenses et les difficultés sans nombre qu'entraîne leur emploi, et si bien souvent la

moindre avarie ne les mettra pas complétement hors de service par l'impossibilité où l'on se trouvera de remuer des masses aussi énormes.

ÉLÉMENTS DES AFFUTS.

Outre un canon et ses affûts complets, l'usine Krupp expose deux flasques en acier fondu d'une seule pièce pour affûts de campagne : rien n'indique à quel canon sont destinés ces flasques; il y a lieu de supposer que ces essais ont trait aux recherches auxquelles se livre l'artillerie prussienne sur les canons frettés à grande vitesse initiale.

La section du flasque est celle d'une tôle coudée : cette construction, déjà appliquée avec succès par Whitworth, a l'avantage, tout en donnant à l'affût une grande résistance, de simplifier beaucoup sa construction, en supprimant toutes les ferrures rapportées pour renforcer les points faibles, comme les encastrements des tourillons ou de l'essieu.

Les principales données des flasques de Krupp sont les suivantes :

	ÉPAISSEUR.	HAUTEUR de la bordure.	POIDS.
Flasque léger.....	6mm	36mm	35k
Flasque lourd.....	10	52	55

Toutes les autres dimensions sont les mêmes pour les deux flasques.

OBUS EN ACIER FONDU.

On trouve enfin dans le pavillon Krupp deux obus en acier fondu de fabrication particulière, l'un brut de forge, et l'autre terminé; si l'on s'en rapporte aux renseignements, malheureusement assez vagues, qu'on peut obtenir, ces obus ne seraient pas une des parties les

moins intéressantes de cette vaste exposition. Les obus seraient coulés creux, comme l'indique la fig. 6 (Pl. VIII), puis fortement martelés sur un mandrin ; après cette opération, les parois de l'obus, ménagées d'une longueur convenable, sont rabattues et refoulées au marteau, en y réservant seulement le trou central de chargement. Les détails de la fabrication sont tenus secrets. Si ces renseignements sont exacts, il y aurait là un progrès considérable dans la fabrication des obus en acier fondu dont, jusqu'ici, le prix de revient était très-élevé, à cause des difficultés du fraisage du vide intérieur. En effet, jusqu'à présent, dans la plupart des usines, on tirait les boulets et les obus en acier de blocs d'acier pleins, du diamètre voulu, débités en lopins du poids du projectile que l'on voulait obtenir. Puis chaque lopin était martelé avec des outils spéciaux, soit pour produire des boulets pleins, ogivo-cylindriques, ou à tête plate, soit des obus; dans ce dernier cas, on ébauchait au marteau le vide intérieur, qu'on finissait ensuite à la machine, et on vissait un culot en acier dans la partie cylindrique du corps de l'obus. Le nouveau procédé de fabrication de Krupp serait plus facile, plus simple et moins coûteux ; les nouveaux obus formés d'une seule pièce d'acier, auraient sans doute une grande supériorité sur les obus en acier formés de deux pièces et sur les obus en fonte durcie, aujourd'hui en usage pour percer les cuirasses des navires.

MATÉRIEL VAVASSEUR

MM. J. Vavasseur et Cie ont repris, à la mort du capitaine Blakeley, les usines fondées par lui, en 1860, à Londres, *Bear-Lane*, *Southwark-Street*, pour la fabrication des canons et du matériel d'artillerie. Le capitaine Blakeley, et après lui M. Vavasseur, partisans exclusifs de l'emploi de l'acier, combiné avec les méthodes de fret-

tage, se sont associés pour la fourniture des aciers fondus mis en œuvre dans leurs ateliers, avec la maison Firth and Sons, de Sheffield, renommée pour l'excellence de ses produits, et depuis longtemps connue en France par les tubes d'acier qu'elle fournit à notre marine pour les canons de gros calibre. Les puissants moyens mécaniques dont disposent d'un côté la maison Firth pour le martelage des pièces de forge, et de l'autre la maison Vavasseur pour l'usinage ultérieur, leur assurent, non moins que la grande habileté de leurs directeurs, une place des plus honorables parmi les constructeurs de matériel d'artillerie.

La méthode générale de construction adoptée par M. Vavasseur consiste dans l'emploi d'un tube intérieur relativement mince, trempé à l'huile après forage, et renforcé par des frettes placées à chaud avec un serrage énergique : ces frettes, en acier fondu comme le tube lui-même, sont formées par des tranches ou lopins découpés dans le bloc d'acier de fusion, suivant la hauteur qu'on veut donner à la frette; la tranche est ensuite percée au poinçon vers son centre, et le trou obtenu est élargi au moyen de mandrins avec le marteau-pilon, jusqu'à ce que la frette ait atteint les $^2/_3$ de son diamètre définitif : elle est alors achevée au laminoir circulaire, exactement comme les bandages des roues de locomotive. Quand la frette est très-longue relativement à son épaisseur, les Anglais lui donnent le nom de *jaquette;* elle s'obtient alors par le forage d'un bloc plein, comme la bouche à feu elle-même.

La jaquette forme ordinairement la culasse du canon.

Le frettage, mis en place avec une forte tension, a pour effet d'empêcher les éclatements brusques, dans le cas où le canon est soumis à des efforts trop violents. C'est alors la frette extérieure qui se fend, avertissant ainsi qu'il y aurait danger à continuer le tir : ce fait s'est présenté plusieurs fois dans les épreuves de tir à outrance.

M. Vavasseur, outre un grand nombre de perfectionnements dus à son esprit ingénieux et pratique, est l'inven-

teur d'un système entièrement nouveau dans lequel les rayures profondes sont remplacées par des rails ou côtes en saillie, au nombre de trois seulement, sur la paroi de l'âme. Le projectile, au contraire, au lieu d'ailettes saillantes, porte trois rayures qui s'engagent sur les côtes du canon. Ce système, qui paraît réaliser un grand progrès pour le chargement par la bouche, a été appliqué aux divers calibres, et particulièrement au canon de 12 livres, récemment expérimenté avec succès à Bourges, ainsi qu'au canon de 7 pouces ($177^{mm},8$), tiré à Portsmouth, puis à Hyères, et dont un spécimen figure à l'Exposition de Vienne.

Les principaux avantages que M. Vavasseur revendique pour son système sont les suivants [1] :

1° Pour un même calibre, les côtes saillantes augmentent la résistance de la pièce, tandis qu'au contraire les rayures la diminuent : ainsi pour le canon de 12 pouces de Woolwich, à 9 rayures, la section de l'âme est de 115,36 pouces carrés ($744^{c.q.},26$); cette section, pour le canon de même calibre à 3 côtes saillantes, n'est que de 111,70 pouces carrés ($720^{c.q.},64$); d'où résulte une différence de 3,66 pouces carrés ($23^{c.q.},62$) en faveur du système à côtes.

2° Le projectile est plus solide : pour ce même calibre de 12 pouces, la surface occupée par les logements des ailettes est de 3,75 pouces carrés ($24^{c.q.},19$); celle des trois rayures n'est au contraire que de 1,35 pouces carrés ($8^{c.q.},71$); le projectile est donc moins affaibli et peut être tiré à plus forte charge.

3° La surface d'appui du projectile dans son mouvement de rotation est beaucoup plus considérable : ainsi le projectile de 12 pouces avec ses deux couronnes de neuf ailettes, longues chacune de 1,3 pouce (33^{mm}) et

[1] On comprend d'ailleurs que ces avantages ne doivent être considérés que relativement aux autres systèmes se chargeant également par la bouche : il ne saurait être question ici de canons à chargement par la culasse, dont les conditions sont tout autres.

hautes de 0,26 pouce ($6^{mm},6$), présente une surface totale d'appui de 3,16 pouces carrés ($20^{c.q.},39$), sur laquelle se répartit la pression nécessaire pour le faire tourner. Pour le projectile du canon à côtes, avec ses trois rayures longues chacune de 24 pouces ($609^{mm},6$) et profondes de 0,285 pouce ($7^{mm},24$), cette surface totale d'appui est de 20,52 pouces carrés ($132^{c.q.},39$). De plus, l'effort sur l'âme même de la pièce, au lieu de se concentrer à chaque instant sur une petite surface longue seulement de 1,3 pouces, se répartit sur une longueur de 24 pouces : la pièce fatigue donc moins et se conserve mieux, surtout si l'on observe que la longueur du projectile dépasse 2 $^1/_2$ calibres.

4° L'écoulement des gaz est moins offensif pour la pièce dont l'âme ne présente plus d'étroits canaux, mais au contraire de larges espaces entre les côtes, dans lesquels les gaz se détendent plus aisément : les affouillements sont donc moins à craindre.

5° L'écouvillon nettoie plus facilement les côtes saillantes que les rayures ; on a pu par suite réduire le vent entre les côtes du canon et les rayures du projectile à 0,05 pouce ($1^{mm},27$) seulement pour le canon de 7 pouces. Malgré cette réduction, dans le tir fait à bord de l'*Implacable*, en rade d'Hyères, au mois de mars 1872, on a pu tirer 50 coups sans éprouver la moindre difficulté de chargement. Les projectiles de Woolwich ont encore un vent de 0,08 pouce ($2^{mm},03$).

6° Les projectiles sont moins coûteux : l'expérience montre qu'un homme fait facilement les rayures de deux projectiles de 7 pouces par heure ; en comptant l'heure en moyenne à 6 pence ($0^f,62$), le prix de revient de l'usinage d'un projectile de 7 pouces serait seulement 3 pence ($0^f,31$). Enfin les projectiles n'exigent ni précautions spéciales, ni emballage pour les transports, car ils ne peuvent se déformer par les chocs. C'est peut-être là l'avantage le plus sérieux du système, surtout si l'on songe à tous les embarras qu'entraînent les ailettes plus ou moins

fragiles et surtout les enveloppes de métal mou, comme le plomb.

Dans l'exposition de M. Vavasseur figure un canon de 7 pouces de ce système, monté sur un affût spécial, également inventé par ce constructeur.

CANON DE 7po (177mm,8) A COTES SAILLANTES.

(Pl. IX, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.)

Toutes les parties constitutives du canon, sauf la frette-tourillon qui est en fer forgé, sont en acier Firth. Le tube, les trois jaquettes et la vis-culasse sont en acier fondu ; le tube est trempé à l'huile. Nous avons indiqué plus haut le mode de fabrication des frettes, qui sont aussi en acier fondu. Le travail du laminoir a pour effet de disposer les fibres du métal suivant la circonférence de la frette, c'est-à-dire de la manière la plus favorable à la résistance.

Au lieu de pratiquer sur le corps du canon des logements pour les pièces accessoires, ce qui l'affaiblirait, on a ménagé sur la frette de culasse deux embases munies de saillies destinées à recevoir l'appareil de pointage et les brides de hausses. La lumière, normale à l'âme, débouche à une distance du fond égale à 0,4 de la longueur de la charge.

Pour empêcher tout mouvement longitudinal, la vis-culasse est serrée au refus contre le fond du tube, et la jaquette de culasse porte une saillie qui s'engage dans une gorge correspondante de la frette-tourillon.

Le canon se charge par la bouche; l'âme présente trois côtes saillantes larges de 1 pouce (25mm,4), et hautes de 0,2 pouce (5mm,08); la rayure correspondante du projectile est tracée de manière à laisser un vent de 0,08 pouce (2mm,03) au corps du projectile, et un vent de 0,05 pouce (1mm,27) dans les rayures. Les principales données de la bouche à feu sont les suivantes :

Diamètre de l'âme. . . . . 7 pouces (177mm,8)

Longueur	de l'âme	111,0po	(2 819mm,0)
	des côtes saillantes.	96,0	(2 438 ,0)
	totale.	128,5	(3 263 ,0)
Diamètre	à la culasse	24,4	(620 ,0)
	à la bouche.	12,0	(305 ,0)

Pas des côtes : un tour en 35 calibres.

Prépondérance.		2cwt,75	(139k,7)
Poids	du canon.	101	(5 131 ,0)
	du projectile	115 livres	(52 ,0)
	de la charge de guerre (poudre A4)	14	(6 ,350)
	de la charge pour percer les plaques (poudre A4).	22	(9 ,980)

L'affût et le châssis sur lesquels est monté le canon sont assez complexes : dans leur description, nous étudierons successivement le frein, le mécanisme pour la mise hors de batterie, l'appareil de pointage et le mécanisme destiné aux déplacements latéraux de tout le système.

Les flasques, de forme trapézoïdale, sont formés de deux feuilles de tôle entretoisées par une bordure rivée qui les contourne entièrement. Leur écartement est maintenu par une entretoise verticale de devant, une entretoise horizontale de derrière et divers axes qui les traversent (fig. 1, 2, 4). Les grands côtés du châssis sont également formés de deux tôles reliées par des fers en U : des entretoises très-solides les réunissent à chaque extrémité.

Le *frein* consiste dans une forte vis d'acier à filet carré, du pas de 30 pouces (762mm), placée suivant l'axe du châssis. Elle porte à son extrémité antérieure un cône en fer revêtu de lames d'acier et enveloppé d'un tambour de même forme constituant ainsi un appareil de friction; tandis que le tambour, susceptible seulement de recevoir un mouvement de rotation, ne peut ni avancer ni reculer, le cône peut au contraire prendre avec la vis un mouvement longitudinal qui l'amène au contact du tambour ; il entraîne alors celui-ci dans la rotation que lui communique

la vis, d'autant plus sûrement que les surfaces planes du sommet du cône et du fond du tambour portent des dents qui viennent s'engager les unes dans les autres. Le tambour est enveloppé d'une lame du ressort; on en règle le serrage au moyen d'une vis placée sur le côté droit et dont la tête porte un repère qui parcourt un arc gradué de 0 à 10 (fig. 3); en donnant un serrage initial convenable, on modère le recul à volonté.

Un écrou en fer, long de 20 pouces (508^{mm}), appuyé sur deux guides parallèles à la vis, est entraîné le long de celle-ci par l'affût dans le recul. Dans ce mouvement, la vis glisse d'abord un peu en arrière dans les colliers qui portent ses deux extrémités, puis elle prend le mouvement de rotation que lui communique le grand écrou. Le cône et le tambour se trouvent ainsi amenés au contact et, par suite du mouvement de la vis, le frottement du cône dans le tambour ainsi que le frottement de celui-ci dans la lame de ressort qui le serre, absorbent bientôt la force vive du recul et arrêtent l'affût. Pour mettre autant que possible la vis à l'abri des déformations que le tir peut produire dans le châssis, l'écrou n'est pas fixé à l'affût; il est seulement surmonté de rouleaux contre lesquels bute un taquet qui fait partie de l'affût. Celui-ci peut donc recevoir un certain déplacement vertical sans produire sur l'écrou d'autre effet qu'une certaine rotation des rouleaux. L'écrou est muni, à chacune de ses extrémités, de *Stuffing-box* pour empêcher la déperdition de l'huile destinée à lubréfier la vis : l'évidement central en renferme une pinte environ ; quand la vis est rouillée, cas qui s'est présenté plusieurs fois au cours de diverses expériences, il n'y a pas à s'en préoccuper : la première mise hors de batterie suffit pour la nettoyer entièrement et en rendre le jeu facile. A la queue du châssis se trouvent des tampons de choc destinés à arrêter l'affût dans le cas d'un recul anormal. Quand on remet en batterie, il n'y a pas à se préoccuper du frein, parce que le moindre mouvement

de l'affût en avant fait cesser le contact du cône et du tambour : la vis et le cône tournent alors librement.

Le *mécanisme pour la mise en batterie* se compose de deux roues dont les dents engrènent avec des crémaillères formées par des fers d'angle percés de trous ovales et fixés le long de chaque côté du châssis (fig. 3, 5) : ces roues sont montées sur un même arbre et ont des rebords formant des roues de moindre diamètre qui engrènent avec des pignons montés sur un second arbre supérieur que portent des paliers excentriques. Extérieurement aux flasques, cet arbre est muni de roues dentées qui peuvent engrener avec des pignons moteurs à manivelle. L'affût a quatre roulettes, deux en avant et deux en arrière, ces dernières portées par un arbre excentrique, à la manière ordinaire dans les affûts de ce genre : il recule non sur les roulettes, mais en glissant sur le châssis. Pour faire porter l'affût sur les roulettes, on embarre avec des anspects dans les douilles portées par les axes des roulettes de derrière et on abat dans la position figurée par les lignes pointillées (fig. 1).

Les douilles sont reliées par un système de leviers à l'arbre excentrique, et l'opération précédente a pour effet de faire engrener les pignons portés par cet arbre avec les roues correspondantes de l'arbre inférieur : en manœuvrant aux manivelles, on peut alors faire mouvoir l'affût le long du châssis, dans l'un ou l'autre sens.

Des taquets, placés extérieurement à chaque bout des flasques, empêchent l'affût de sortir du châssis et guident son mouvement. Pour la manœuvre, il est indispensable que le cône et le tambour ne soient pas en contact, afin que la vis tourne librement. Il suffit pour cela de faire faire un demi-tour à un levier monté sur la vis vers la queue du châssis : la vis avance ainsi suffisamment pour désembrayer l'appareil de friction.

Le réglage du mouvement de l'affût sur le châssis s'obtient au moyen d'un frein porté par l'extrémité postérieure

de la grande vis. En serrant ce frein au moyen d'un levier engagé dans la douille qu'il présente vers sa gauche, on arrête instantanément l'affût en un point quelconque de sa course.

L'*appareil de pointage* se compose de deux crémaillères verticales en acier; elles sont cylindriques et traversent des logements de même forme ménagés dans les flasques; elles engrènent avec des pignons qu'on met en mouvement au moyen de rouleaux extérieurs aux flasques et dont la surface, légèrement conique, est percée de trous pour recevoir un levier d'abattage. On peut les fixer à la position voulue au moyen d'écrous de frein intérieurs aux flasques et manœuvrés par des poignées saillantes en arrière de l'affût. Les crémaillères portent à leur partie supérieure une petite glissière horizontale ; dans celle-ci se trouve engagée une autre pièce, fixée par un pivot sur les embases de la frette de culasse : cette disposition est nécessaire pour permettre à la culasse de prendre son mouvement de rotation autour des tourillons, tandis que les crémaillères montent verticalement.

Pour les déplacements latéraux, le châssis est porté par quatre roulettes dont les deux postérieures ont des axes excentriques et font corps avec des segments de roue d'angle qui peuvent engrener avec d'autres segments semblables portés par un arbre transversal vers la queue du châssis. En embarrant avec un levier dans une chape placée vers le milieu de l'arbre, on amène les roulettes à la position dans laquelle elles portent le châssis; dans le cas contraire, celui-ci repose sur deux supports ou patins en fer à double T.

D'après M. Vavasseur, le frein serait entièrement automatique, *self-acting*, suivant la locution anglaise ; quand il est une fois réglé pour une charge donnée de poudre, on n'aurait plus à s'en préoccuper pendant le tir. Le contrôle absolu du mouvement de l'affût sur le châssis est d'une importance capitale à bord, et aucun autre système

de frein ne le donnerait d'une manière aussi complète que le frein à vis. Son action est immédiate, tandis que celle des autres ne commence à se faire sentir que lorsque la pièce a déjà reculé d'une certaine quantité et acquis ainsi une force vive considérable.

Les principales dimensions de l'affût sont les suivantes :

Affût.	Longueur	4 pieds 1 pouce	1244mm
	Largeur	8 id. 1 1/4 id.	946
	Hauteur	2 id. 8 id.	813
Châssis.	Longueur	12 id. 0 id.	3658
	Largeur	3 id. 2 1/2 id.	978
	Hauteur en avant	1 id. 2 id.	356
	Hauteur en arrière	1 id. 5 id.	432
	Inclinaison des grands côtés	1°30′	1°30′
Maximum de recul possible		5 pieds 3 pouces	1600mm
Champ de tir.	Au-dessus de l'horizon	+ 12°30′	+ 12°30′
	Au-dessous de l'horizon	— 6°0′	— 6°0′
Poids	de l'affût	22 cwt.	1118k
	du châssis	32 cwt.	1626k

Le canon de 7 pouces, monté sur son affût, a subi un premier tir à bord du *Teazer*, en rade de *Spithead;* il a ensuite été tiré à *Shœburyness*. Ces essais avaient fait reconnaître quelques imperfections de détail dans l'affût; les modifications nécessaires y furent faites en conséquence avant les dernières épreuves qu'il a subies en France.

Les expériences de Shœburyness, en septembre 1869 et en avril 1870, ont donné les résultats suivants :

ANGLE.	POIDS du projectile.	CHARGE de poudre R. L. G. (A¹).	PORTÉE moyenne.		ÉCART MOYEN en portée.		ÉCART MOYEN en direction.	
			Yards.	Mètres.	Yards.	Mètres.	Yards.	Mètres.
1°19′	52k	9k,980	905	827	26.3	24,0	0.8	0,73
2°11′	»	»	1502	1374	22.2	20,3	4.5	4,11
4° 7′	»	»	2362	2160	15.2	13,9	11.1	10,2
6° 5′	»	»	3125	2858	20.4	18,6	20.7	18,9
7° 5′	»	»	3487	3189	8.3	7,6	18.4	16,8
8° 4′	»	»	3839	3510	37.2	34,0	37.4	34,2
19°32′	»	»	7450	6812	»	»	6.4	5,85

Vitesse initiale, charge de 22 liv. (9k,980), 1412 pieds (430m)
Id. 14 (6k,350), 1218 (371m)

Avec la poudre pebble, la vitesse atteindrait probablement 1 540 pieds (470 mètres), sans fatiguer davantage la pièce.

Les derniers essais à bord de l'*Implacable*, en rade d'Hyères, ont consisté dans un tir de 50 coups. On n'a pas relevé les portées : le recul de l'affût sur le châssis varie de $0^m,75$ à $1^m,30$, suivant le serrage.

Nous donnerons seulement les conclusions du rapport de la Commission d'expériences de la marine.

« Le canon et le châssis ont supporté convenablement »l'épreuve à laquelle ils ont été soumis à bord de l'*Impla-*»*cable;* les reculs ont toujours été modérés comme vitesse ; »on n'a remarqué aucun soubresaut, aucune secousse, quel »qu'ait été le degré de serrage, et quelle qu'ait été la réaction.

» Le frein de l'avant est facile à régler ; ses effets sont »proportionnés au numéro indiqué par l'aiguille du bou-»lon ; il limite d'une manière très-sûre le recul du canon.

»Le retour de la pièce en batterie, produit à volonté par »les tampons, est toujours assez doux pour qu'on puisse »l'utiliser pour les canons-culasse.

» Le frein une fois réglé, tant qu'on n'en change pas la »charge, on n'a plus à s'en préoccuper pendant toute la »durée du tir, ni à craindre les négligences des servants.

» Pour le roulis et le cas de la bande du bord armé, on »doit faire usage, pour modérer la rentrée en batterie, du »freïn de l'arrière, dont la manœuvre devrait être facilitée.

» La Commission pense qu'on pourrait utiliser facile-»ment le frein à vis présenté par M. Vavasseur, pour les »affûts actuellement en service. »

Si l'on compare, pour terminer, le canon Vavasseur de 7 pouces avec le canon anglais réglementaire du même calibre, on trouve :

	Système VAVASSEUR.	Système de WOOLWICH.
Poids du canon	5100^k	6600^k
Poids de l'affût avec châssis.	2740	3730
Total.....	7840^k	10330^k

soit une différence de près de 2 500 kil. au moins pour le canon Vavasseur. Les canons ont d'ailleurs la même longueur d'âme, et tirent des projectiles de même poids avec la même charge de poudre.

Le canon Vavasseur a déjà tiré 225 coups sans laisser paraître d'autre dégradation qu'une légère éraflure due à des projectiles qui ont éclaté dans l'âme à Shœburyness.

A côté du canon de 7 pouces, sont exposés un obus de ce calibre, armé d'une fusée, un boulet massif, en fonte de *Finspong*, pour percer les cuirasses, et un porte-projectile destiné à être accroché à la bouche de la pièce pour faciliter l'introduction du projectile.

On remarque également un obus de 12 pouces avec fusée, des obus de 12 livres pour canons à côtes, et divers obus entiers ou coupés, à ceintures de cuivre, pour canons se chargeant par la culasse ; ces ceintures sont de deux espèces, à section rectangulaire, ou à section circulaire.

A. JOUART, P. HUTER, } *capitaines d'artillerie.*

DES EFFETS DU TIR DES BATTERIES ALLEMANDES

SUR LES OUVRAGES DÉFENSIFS DE PARIS, PENDANT LE SIÉGE DE 1870-71

(Extrait d'une Note de M. le capitaine du génie PETIT, insérée au n° 21 du *Mémorial de l'Officier du génie.*)

(*Fin.*)

VI. — TIR EN BRÈCHE.

L'ennemi ne semble avoir eu l'intention de faire brèche qu'à la partie de droite de la courtine 2-3 du *fort d'Issy*, au point où la tenaille en s'abaissant laisse l'escarpe à découvert. Partout ailleurs les coups qui ont atteint les escarpes étaient dirigés contre les parapets et les embrasures, et les trous disséminés qu'ils ont produits n'étaient pas de nature à compromettre la solidité des revêtements.

Le revêtement de la courtine du front 2-3 du fort d'Issy était constitué par des voûtes en décharge de 6 mètres de portée, de $0^m,75$ d'épaisseur, formant sous le massif du rempart des casemates dont le sol était à 5 mètres au-dessus du fond du fossé et dont les pieds-droits, perpendiculaires à l'escarpe, distants les uns des autres de $7^m,20$, avaient $1^m,20$ d'épaisseur. La partie de l'escarpe fermant chaque casemate (mur de masque) avait une épaisseur de $1^m,30$ au niveau du sol de la casemate, et $1^m,10$ près du sommet de l'intrados de la voûte; elle était percée, vis-à-vis de chaque casemate, de trois créneaux pour la fusillade et d'un évent d'aération, lesquels, quoique bouchés au début du siége, affaiblissaient sensiblement la résistance de la maçonnerie. Les murs de masque avaient été renforcés de différentes manières, soit avant le siége, soit pendant le bombardement. Ainsi la casemate 15 (magasins aux munitions confectionnées) avait eu son mur de masque porté à $6^m,30$ par la construction de murs en maçonnerie ou en sacs à terre (voir, fig. 4 [1]), le profil de la casemate

[1] *Revue d'artillerie*, tome III, novembre 1873, page 129.

8); les murs de fond des casemates 16 et 17 (logement des troupes) avaient été successivement renforcés et atteignaient, le 20 janvier, une épaisseur totale de $8^m,50$ (voir les fig. 5 [1] et 34).

Les batteries allemandes du plateau de Châtillon, qui ont tiré sur la courtine 2-3 du fort d'Issy, paraissent être les n°s 5 et 7. La première au sud de Clamart, armée de 6 pièces de 24 long, était distante de 2 460 mètres; la seconde près de la Tour-aux-Anglais, armée de 6 canons de 24 long, était éloignée de 2 200 mètres. Elles avaient sur le fort un commandement de 65 à 70 mètres et découvraient une hauteur d'escarpe d'environ $3^m,50$. La batterie des Chalets pouvait également tirer sur la courtine 2-3; elle n'était éloignée que de 1 000 mètres, armée de 8 canons de 24, dont 4 courts, et voyait environ $2^m,80$ d'escarpe.

Les coups de l'ennemi, dirigés avec une très-grande précision; ne tardèrent pas à défoncer la partie supérieure du mur de masque des deux casemates 16 et 17, voisines du flanc gauche du bastion 3, entamèrent le contre-mur intérieur en sacs à terre et firent rouler au fond du fossé des pierres et de la terre dont l'amoncellement constitua un commencement de rampe au pied de l'escarpe. Mais les voûtes des casemates, qui ne présentaient que leur tête aux coups de l'assiégeant et n'offraient par suite qu'un but difficile à atteindre, résistèrent parfaitement et soutinrent le massif du parapet.

Vers la fin du siége, l'ennemi concentra son tir sur ce parapet et essaya de le bouleverser; ses efforts n'aboutirent qu'à faire tomber un peu de terre dans le fossé et ne purent ébranler le massif du rempart, soutenu par les voûtes des casemates dont les pieds-droits restaient intacts. Il n'y a donc pas eu de brèche faite; loin de là. Plus tard, pendant l'attaque dirigée par l'armée dite *de Versailles*

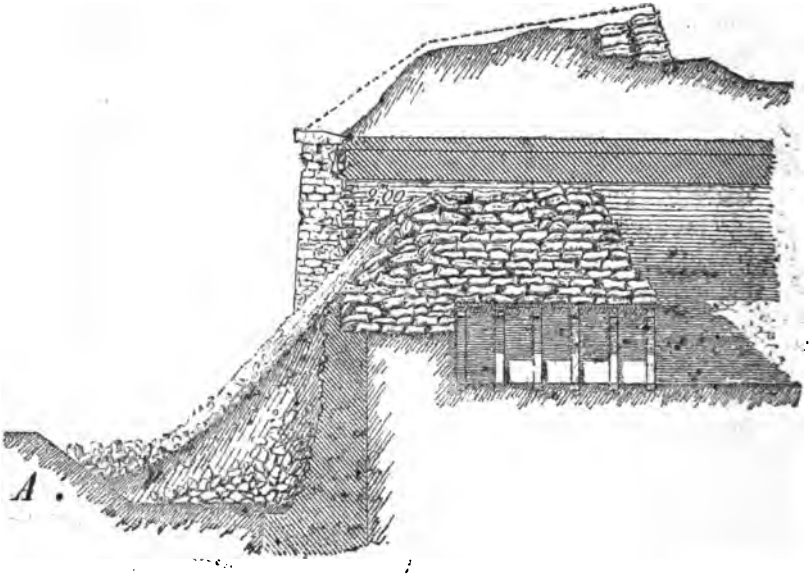
---

[1] *Revue d'artillerie*, tome III, novembre 1873, page 132.

contre le fort d'Issy, défendu par les bandes insurrectionnelles de la Commune, on reprit avec des batteries françaises établies aux mêmes points que les batteries allemandes, et avec une nouvelle batterie de pièces de 24 construite sur le mamelon du Moulin-de-Pierre, le tir contre la même escarpe, à laquelle il n'avait été fait aucune réparation. Après un tir continu de trois jours, l'escarpe, dont le pied n'avait pas cependant été débarrassé des décombres qui s'y amoncelaient, n'avait été entamé qu'à ce point qu'il existait, non une brèche susceptible de

Fig. 34.

FORT D'ISSY. — *Coupe de la brèche de la courtine 2-3, suivant l'axe de la casemate 17.*
A, extrémité de la tenaille.



Echelle de $\frac{1}{200}$.

donner passage à une colonne d'assaut, mais seulement un talus roide et à peine praticable pour des hommes isolés. Ce résultat a une importance toute particulière; aussi a-t-il paru utile de le consigner ici, bien que le présent Mémoire n'ait pour objet que les effets de tir constatés

pendant la défense de Paris contre l'armée allemande. (Voir la fig. 34 et la fig. 1, de la pl. X, qui donnent la coupe et l'élévation de la brèche faite par le tir des batteries allemandes, et la fig. 2, pl. X, qui montre l'état de la courtine 2-3 après le second siége.)

VII. — Réparation des dégats causés par le bombardement.

On se bornera à mettre ici en évidence quelques faits qui paraissent dignes d'une attention particulière. Les *sacs à terre* ont été d'un grand secours pour réparer les parapets et combler les entonnoirs faits par les projectiles dans les terres de traverses, des blindages et les couvertures des anciens magasins à poudre. Les réparations étaient plus promptes et plus faciles à exécuter la nuit avec des sacs à terre qu'avec la terre seule; ce procédé donnait en outre un résultat plus satisfaisant, parce qu'un remplissage en sacs à terre, régulièrement placés, avec une légère couche de terre interposée entre les sacs, offrait une plus grande résistance au choc des projectiles. Plus de 50 000 sacs à terre ont été employés dans le seul *fort de Montrouge* pendant les vingt-deux jours de bombardement.

Le parapet et les embrasures ont été aussi restaurés au moyen de *gabions*, de *fascines* et de *claies*. L'usage des gabions présente plus de facilité, surtout la nuit, que celui des fascines. Quant aux claies qui ont été employées plusieurs fois à la réparation des embrasures, leur stabilité est difficile à obtenir dans des terres souvent remuées par les projectiles; elles ont en outre l'inconvénient d'être plus rapidement mises hors de service que les gabions ou les fascines par les gaz enflammés qui sortent des bouches à feu.

Au *fort d'Issy*, il a été constaté que les *abris en charpente* avaient sur les *abris en maçonnerie* l'avantage de pouvoir être plus facilement et plus promptement réparés. Il suffisait, pour les abris en charpente, de remplacer ou de doubler un ou deux cadres et quelques madriers du coffrage, opération rendue assez rapide par l'emploi du

cric, tandis que la réparation des abris en maçonnerie percés ou fortement ébranlés exigeait, pour être complète, qu'on recintrât la voûte et qu'on étrésillonnât les pieds-droits. La charpente nécessaire pour ce travail était longue à établir et avait en outre l'inconvénient de diminuer notablement la capacité intérieure des abris.

Les traverses en maçonnerie avec passages voûtés, dont les murs de profil étaient construits à l'aplomb du mur intérieur soutenant le terre-plein du rempart, présentaient deux inconvénients très-graves (voir fig. 7, 8, 9, 10) :

1° Les murs de profil n'étant pas contre-buttés par de la terre s'ébranlaient rapidement sous le choc des projectiles et étaient par suite faciles à détruire ;

2° La réparation et la remise en service du passage démoli étaient très-difficiles à cause du peu d'espace dont les ouvriers disposaient.

P. Petit, *capitaine du génie.*

NOTE RELATIVE A LA CONFECTION DES BRÈCHES.

Il a paru intéressant de rapprocher de l'opinion émise par M. le capitaine Petit sur la confection des brèches, au moyen du tir indirect, quelques-unes des observations faites sur le même sujet par la Commission mixte chargée, en 1871, par le Ministre de la guerre, d'étudier les effets du tir de l'artillerie contre l'enceinte et les forts de Paris pendant le second siége. Cette Commission a consacré à l'étude des différentes brèches une partie importante de son rapport; on a dû se borner ici à en faire un extrait dans lequel se trouvent reproduits les principaux renseignements qu'elle a recueillis à cet égard, ainsi que les conclusions qu'elle a tirées de l'examen et de la comparaison des faits observés (1). (*N. d. l. R.*)

CONFECTION DES BRÈCHES.

Un des résultats les plus importants que permet d'obtenir la justesse de l'artillerie rayée est, sans contredit, la possibilité de

(1) Cette commission était ainsi composée :

MM. Allan, lieutenant-colonel d'artillerie, *Président;*
Fauvel, chef de bataillon du génie,
Louis, chef d'escadron d'artillerie,
Delambre, capitaine du génie, *rapporteur,*
Porez, capitaine du génie,
Lachèvre, capitaine d'artillerie,
Deport, capitaine d'artillerie,
Poulle, lieutenant d'artillerie,
de Lamaze, lieutenant d'artillerie,
} Membres.

M. Javary, capitaine du génie, était chargé de l'exécution des épreuves photographiques reproduisant les parties intéressantes étudiées par la Commission.

pratiquer à de grandes distances des brèches dans les escarpes de la fortification. Mais quelque concluantes qu'aient pu sembler les expériences entreprises à cet égard à l'île d'Aix en 1863-1864, elles n'avaient pas paru suffisantes à beaucoup d'officiers, et il était d'un haut intérêt de voir les résultats obtenus alors confirmés par des expériences faites dans des circonstances de guerre.

L'attention de la Commission devait donc se porter d'une manière toute particulière sur les essais tentés dans ce sens pendant les deux siéges de Paris. Quoique ces essais n'aient pas été, pour la plupart, poussés aussi loin qu'on eût pu le désirer, ils n'en fournissent pas moins de précieux renseignements.

. . . . . Dans un mur non terrassé, d'une épaisseur de $1^m,20$ environ, le projectile de 24, armé d'une fusée percutante, perce la maçonnerie, l'éclatement produisant un double entonnoir, de telle sorte qu'un petit nombre de coups permet de produire dans le mur battu une section continue qui en amène la chute.

Dans le cas d'un mur plein et terrassé, quoique l'éclatement doive, sans aucun doute, amener dans un certain rayon une désagrégation intérieure, le seul effet sensible se réduit à un entonnoir extérieur dont nous avons précédemment indiqué les dimensions moyennes. Mais, au bout de quelque temps, ces actions isolées se groupant amènent la chute par couches successives du revêtement et doivent déterminer la destruction complète de ce revêtement et l'éboulement des terres amoncelées en arrière et au-dessous.

Les exemples fournis par les deux siéges de Paris ne permettent pas de douter de la possibilité d'arriver à ce résultat ; mais ce dont il est plus difficile de se rendre un compte exact, c'est le temps et le nombre de projectiles à employer pour l'obtenir, lorsque des faits d'observation directe ne donnent pas ces deux renseignements.....

BRÈCHES DANS DES MURS TERRASSÉS : REVÊTEMENT PLEIN.

(2e *siége*). *Face gauche du bastion* 65. — La batterie n° 13 des attaques de gauche, armée de 4 pièces de 24 rayé, a tiré, à 1 070 mètres (l'escarpe échappant complétement aux vues de la batterie), 272 coups sur cette face, avec l'angle de 8° au début (charge moyenne de 1 060 grammes), et de 6° pour continuer (charge moyenne de 1 440 grammes). Un observatoire bien disposé permettait de découvrir environ 3 mètres de maçonnerie, de juger les coups, de rectifier et de diriger le tir. Dans ces conditions, le ré-

sultat obtenu a été assez notable. Sur une étendue de 35 mètres environ, les dégâts ont été assez sérieux dans le parement, et même en certains endroits, dans le cœur de la maçonnerie détruite (profondeur maxima de la maçonnerie détruite, $2^m,47$). On doit remarquer, toutefois, que les effets constatés ne sont pas uniquement dus aux projectiles tirés par la batterie n° 13, mais qu'il faut tenir compte de ceux qui provenaient des batteries éloignées. Or, ces coups n'ayant pas eu pour objectif une portion spéciale de la face du bastion, il est permis d'admettre leur répartition à peu près égale sur toute la longueur de la face, ce qui donnerait, pour la partie sur laquelle la batterie n° 13 a seulement agi, un nombre approximatif de 130 projectiles; l'effet actuellement visible serait donc le résultat de 400 projectiles au minimum.

Cet effet est parfaitement comparable à celui qui fut obtenu au fort Liédot, à la brèche n° 7 (distance 670 mètres, calibre 12 rayé), par le tir de 160 projectiles, la brèche terminée en ayant exigé 500; on peut donc conclure, en rapprochant ces observations, qu'il eût fallu environ 1 200 projectiles pour arriver à obtenir au bastion 65 une brèche praticable; mais il est juste de remarquer que son étendue eût été un peu plus du double de celle obtenue au fort Liédot.

(2e *siége*). *Flanc gauche du bastion* 69. — Une batterie (n° 22 des attaques de droite) de 6 pièces de 24 rayé avait pour but de faire brèche à ce flanc. La distance moyenne était de 1 250 mètres, et le mur d'escarpe était vu sur une hauteur de 4 mètres environ. Par suite de l'éloignement de la masse couvrante (30 mètres environ), le tir à la charge de $2^k,500$ permettait d'atteindre le tiers inférieur de l'escarpe. Le nombre des coups tirés a été de 960; tous les projectiles étaient armés de fusées percutantes. Le parement a été enlevé sur toute la surface du flanc jusqu'à une hauteur de $2^m,80$ à $3^m,10$ au-dessus du pied de l'escarpe; la profondeur maxima de la maçonnerie détruite est de 2 mètres vers le milieu du flanc, à hauteur de la tablette; le sommet de la rampe formée par les débris atteignait le milieu de la hauteur du mur d'escarpe. L'état d'avancement bien caractérisé et les renseignements précis qu'on a eus sur cette brèche permettent de la comparer à une des brèches obtenues à l'île d'Aix..... Les conditions de calibre, de distance et de hauteur d'escarpe vue étant d'ailleurs sensiblement les mêmes dans les deux cas, il est permis de con-

clure que la confection de la brèche du flanc 69 eût exigé environ 2 000 projectiles; mais la brèche obtenue aurait eu, dans ces conditions, une largeur praticable double à peu près de celle obtenue au fort Liédot pour la brèche n° 2.

BRÈCHES DANS UN MUR AVEC VOUTES EN DÉCHARGE.

Courtine 2—3 du fort d'Issy.

1er *siége.* — Après le premier siége et à la suite d'un tir très-vif des batteries allemandes, les murs de fond des deux casemates nos 17 et 18 de la courtine, près du bastion 3, avaient été démolis en grande partie, celui d'une troisième casemate avait été fortement attaqué (voir Pl. X, fig. 1), mais les têtes de voûte et les pieds-droits étant intacts, le parapet n'avait pas cessé d'être maintenu : le fond des casemates ouvertes avait été bouché par des murs épais en pierres sèches, en maçonnerie et en sacs à terre (1). Aucun renseignement précis ne permet de fixer, même d'une manière approximative, le nombre de projectiles employés pour obtenir ce résultat.

2e *siége.* — Ce travail de démolitions fut continué pendant le second siége par la batterie du Moulin-de-Pierre (batterie n° 6 des attaques de droite), placée à 1 050 mètres environ du front, ayant sur lui un commandement de 30 mètres et découvrant de 2 mètres à $2^{m},50$ de hauteur d'escarpe. Deux pièces de 24 rayé et une de 12 rayé de siége lancèrent sur la courtine 420 obus de 24 à la charge moyenne de 617 grammes (angle de tir de 22°), et 210 obus de 12 à la charge moyenne de 307 grammes (angle de tir de 18°).

Peu à peu les têtes de voûte et les pieds-droits furent détruits sur une certaine longueur et le parapet s'éboula dans les fossés et les casemates (Pl. X, fig. 2). Les batteries n° 4 (6 pièces de 24 rayé) et n° 8 (4 pièces de 24 rayé et 2 de 12) aidèrent à obtenir ce résultat, en tirant à charge pleine ($2^{k},500$ et $1^{k},200$), sur les pieds-droits, qu'elles voyaient un peu obliquement, et sur les terres de la brèche.

Après trois jours de tir, cinq voûtes étaient entièrement ouvertes, les matériaux et les terres retenues dans le fossé par la masse couvrante de la courtine avaient formé une rampe facile ($^{11}/_{13}$ envi-

(1) Voir les figures 4 et 5, livraison de novembre, tome III, pages 129 et 132.

ron) qui, s'élevant contre le pied-droit des casemates 16 et 17, permettait de monter sur le parapet de la courtine ou d'entrer dans les casemates. Cette rampe, très-large à l'origine, n'avait guère, à sa partie la plus étroite, que $2^m,50$ environ [1].

Tels sont les résultats. Quant aux moyens employés, il est impossible de les préciser, tant à cause de l'ignorance où nous sommes du nombre de projectiles lancés par les Allemands, qui tirèrent sur cette courtine assez activement pendant treize jours, qu'en raison de la part difficile à déterminer qu'ont pu prendre à ce travail les batteries 4 et 8 pendant le second siége.

Quoi qu'il en soit, il est démontré par le fait même que l'on peut pratiquer, à 1 100 mètres, dans un revêtement à casemates de 10 mètres de hauteur, dont les maçonneries ne sont découvertes que de $2^m,50$, une brèche formant une rampe aisée à gravir et s'étendant du fond du fossé au parapet, dont elle permet ainsi l'escalade.

Cette conclusion, déjà mise en lumière par les expériences de l'île d'Aix (1863), mais difficilement acceptée par un grand nombre d'officiers, a donné lieu, même en ces derniers temps, à quelques observations auxquelles la Commission croit devoir répondre sommairement.

1re observation. — La largeur de la brèche du fort d'Issy n'était que de $2^m,50$, ce qui est insuffisant pour une brèche devant livrer passage à des colonnes.

L'étendue de la brèche est certainement très-limitée, mais en continuant le même travail à droite et à gauche, on obtiendrait une rampe semblable correspondant à chaque pied-droit des casemates; on aurait donc une série de débouchés de $2^m,50$ qui pourraient certainement permettre de donner l'assaut.

2e observation. — La contre-escarpe n'étant pas détruite, la descente dans le fossé est impraticable et enlève à la brèche faite dans l'escarpe l'importance qu'on lui attribue.

Cette observation est exacte, et la Commission de l'île d'Aix l'avait prévue, car on trouve textuellement ce qui suit dans son rapport de 1853 :

« La facilité plus ou moins grande avec laquelle on a de loin » ruiné, soit complétement, soit partiellement, des murs d'escarpe,

---

(1) Voir la fig. 34, page 316.

» même entièrement couverts, semble de nature à augmenter encore la valeur qu'on attribue aux contre-escarpes revêtues ; elles » constituent, en effet, un obstacle que l'assiégeant ne pourra détruire que lorsque ses cheminements l'auront amené sur le bord » du fossé. »

3e observation. — Les flancs n'étant pas désarmés, les casemates de ces flancs peuvent encore fournir des feux de mousqueterie et d'artillerie ; la marche de l'assaillant sur ces brèches à grandes distances pourra être rendue difficile et même impossible si la garnison fait son devoir.

Nous répondrons encore à cette observation par le paragraphe suivant du rapport de 1863 :

« S'il n'est pas admissible qu'on donne l'assaut de si loin, il est » cependant incontestable que des ouvertures qui seraient faites au » corps de place, dès les premiers jours du siége, agiraient d'une » manière très-défavorable sur le moral de la garnison ; qu'elles » seraient une cause permanente de fatigues, de dangers de surprise pour les défenseurs, et qu'enfin elles fourniraient à l'assaillant le moyen de diviser l'attention et les forces de l'assiégé » au moment critique où l'assaut serait donné sur tous les fronts » régulièrement attaqués. »

Les inquiétudes, très-légitimes d'ailleurs, mais certainement exagérées, que la situation du fort d'Issy inspirait à la fin du premier siége, alors que cependant aucune brèche n'était encore pratiquée, et les fatigues excessives imposées à sa garnison, sont venues confirmer ces prévisions.

..... En résumé, la question de la possibilité des brèches à grande distance, aux fortifications du genre de celles de Paris, paraît être absolument résolue par les dernières expériences.

(*Extrait du Rapport de la Commission mixte chargée, en 1871, d'étudier les effets du tir de l'artillerie contre l'enceinte et les forts de Paris pendant le second siége*).

SUR L'ÉTABLISSEMENT ET L'USAGE
DES TABLES DE TIR.

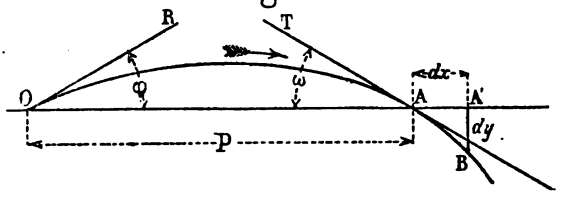
(Suite.)

§ 21. — *Angle de chute.* Soit ω l'angle de chute, c'est-à-dire l'inclinaison de la tangente à la trajectoire au point A dont les coordonnées sont $x = P$, $y = 0$; cet angle a pour tangente

$$\operatorname{tg}\omega = -\frac{dy}{dx},$$

où nous mettons le signe —, parce que nous considérerons l'angle aigu TAO (fig. 2).

Fig. 2.



Par cette formule, ω est exprimé au moyen de l'abscisse x considérée comme fonction de l'ordonnée y; nous allons la transformer de manière à exprimer ω au moyen de l'angle de projection φ considéré comme fonction de la portée P, laquelle est prise dans la table de tir pour variable indépendante.

On peut concevoir l'équation de la trajectoire sous la forme

$$y = x\operatorname{tg}\varphi - \frac{gx^2}{2V^2\cos^2\varphi} f(x), \qquad (3)$$

$f(x)$ désignant une fonction qui dépend de la loi de la résistance de l'air. D'après ce qui a été dit § 6, il est permis d'admettre que cette fonction inconnue est la même pour

tous les angles du tir de plein fouet, et c'est la seule hypothèse dont nous aurons besoin pour le moment.

On a, en un point quelconque de la trajectoire,

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\varphi - \frac{gx}{V^2\cos^2\varphi}\left[f(x) + \frac{1}{2}xf'(x)\right],$$

et en particulier au point de chute A,

$$\frac{dy}{dx} = -\operatorname{tg}\omega = \operatorname{tg}\varphi - \frac{gP}{V^2\cos^2\varphi}[f(P) + \frac{1}{2}Pf'(P)];$$

or, il résulte de l'équation (3), en y substituant les coordonnées du point A,

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{gP}{2V^2\cos^2\varphi}f(P), \tag{4}$$

et si on porte cette valeur de $\operatorname{tg}\varphi$ dans l'équation précédente, elle devient

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{gP}{2V^2\cos^2\varphi}[f(P) + Pf'(P)].$$

Cherchons d'autre part, en considérant AA', ou dx, comme une variation de la portée P, quelle est la variation correspondante $d\varphi$ de l'angle de projection. Elle résulte de l'équation (4) qui, mise sous la forme

$$\frac{2V^2}{g}\sin\varphi\cos\varphi = Pf(P)$$

et différentiée, donne

$$f(P) + Pf'(P) = \frac{2V^2}{g}(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)\frac{d\varphi}{dx}. \tag{4'}$$

Cela nous permet d'éliminer la fonction f, ou plutôt la fonction $f(P) + Pf'(P)$, et nous avons, en écrivant dP au lieu de dx,

$$\operatorname{tg}\omega = P.\frac{d\varphi}{dP}.\frac{\cos^2\varphi - \sin^2\varphi}{\cos^2\varphi}.$$

ou, en observant que $\frac{d\varphi}{dP} = \frac{d\varphi}{d\,\mathrm{tg}\varphi} \cdot \frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{dP} = \cos^2\varphi \cdot \frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{dP}$,

$$\mathrm{tg}\,\omega = P \cdot \frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{dP} \cdot (1 - 2\sin^2\varphi). \qquad (5)$$

Si on a fait usage des **tg**φ (§ 19), cette valeur de $\mathrm{tg}\,\omega$ sera aussi exprimée dans le cercle de rayon 1000.

La tangente de l'angle de chute est donnée par la formule (5) comme le produit de *trois* facteurs. Le *premier* n'est autre chose que la portée considérée P, que nous supposerons toujours être un multiple exact de la raison w. Le *second* est la dérivée de $\mathrm{tg}\,\varphi$ par rapport à P, et, en le remplaçant par l'expression (7', § 17), nous avons

$$\mathrm{tg}\,\omega = \frac{P}{w} \cdot \left(\beta - \frac{1}{6}\delta\right) \cdot (1 - 2\sin^2\varphi) : \qquad (5')$$

β désigne la moyenne des deux différences premières qui se trouvent de part et d'autre de la ligne où on lit P, et δ celle des deux différences troisièmes placées de même. Quant au *troisième* facteur $(1 - 2\sin^2\varphi)$, le tableau suivant en fait connaître les valeurs pour des angles φ croissant de deux en deux degrés, et renferme en outre celles d'une fonction analogue, $(1 - \mathrm{tg}^2\varphi)$, qui se présentera plus loin (§ 23).

φ	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°
$1 - 2\sin^2\varphi$	0,998	0,990	0,978	0,961	0,940	0,913	0,883	0,848	0,809	0,766
$1 - \mathrm{tg}^2\varphi$	0,999	0,995	0,989	0,980	0,969	0,955	0,938	0,918	0,894	0,868

On voit que ce troisième facteur diffère toujours assez peu de l'unité qui peut lui être substituée quand l'angle φ est petit. On a alors cette formule très-simple :

$$\mathrm{tg}\,\omega = P \cdot \frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{dP} = \frac{P}{w} \cdot \left(\beta - \frac{1}{6}\delta\right), \qquad (6)$$

qu'on peut aussi écrire

$$\omega = P \cdot \frac{d\varphi}{dP} = \frac{P}{w} \cdot \left(\beta' - \frac{1}{6}\delta'\right), \qquad (6')$$

β' et δ' désignant des nombres formés avec les angles φ comme β et δ le sont avec leurs tangentes.

Le terme ainsi négligé est sensiblement égal à $2 \operatorname{tg}\omega \sin^2\varphi$, et est *de l'ordre du cube de* φ.

Par la dernière formule, ω est donné en *angles* et se trouve exprimé suivant la même unité que φ. On reconnaît de suite dans cette formule celle qui donne l'inclinaison de la tangente en coordonnées polaires. Calculer les angles ω par la formule (6') revient donc à considérer

Fig. 4.

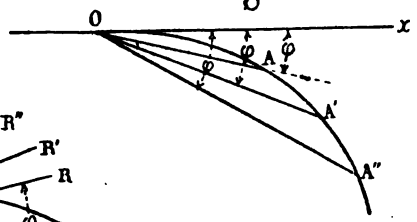
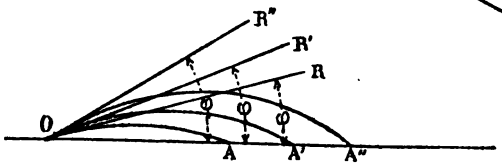


Fig. 3.



les trajectoires correspondant à des angles successifs φ, φ', φ''... comme des portions de plus en plus étendues d'une seule et même courbe O A A' A''... construite avec les valeurs φ pour angles polaires et P pour rayons vecteurs. Cette construction très-simple donnera une approximation suffisante dans le cas des armes portatives, mais il n'en est pas de même dans celui des canons, car, pour $\varphi > 11^\circ$, l'erreur se ferait déjà sentir sur les centièmes des $\operatorname{tg}\omega$.

Il résulte de (1''),

$$\frac{dh}{dP} = \frac{L}{\cos i} \cdot \frac{d \operatorname{tg}\varphi}{dP},$$

en vertu de quoi la formule (6) peut encore s'écrire

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{P}{L} \cos i \frac{dh}{dP} = \frac{P}{L} \cos i \left(\beta'' - \frac{1}{6}\delta''\right), \qquad (6'')$$

β'' et δ'' désignant les moyennes des différences premières et troisièmes des hausses h. On peut ainsi, pour les canons de campagne et *pour de petits angles*, avoir immédiatement l'angle de chute au moyen de la *table des hausses*.

Comme exemple, calculons, d'après le tableau donné § 16, l'angle de chute du projectile lancé par le canon suisse de $8^c,4$ à la distance de 2000 mètres. On a

$$\varphi = 5^\circ 8'; \quad \mathrm{tg}\varphi = 90; \quad \beta = 31; \quad \delta = o; \quad \frac{P}{w} = \frac{2000}{500} = 4,$$

et le tableau précédent donne $1 - 2\sin^2\varphi = 0{,}984$; il en résulte

$$\mathrm{tg}\omega = 4 \times 31 \times 0{,}984 = 121{,}5,$$

ou, dans le cercle de rayon 1,

$$\mathrm{tg}\omega = 0{,}1215.$$

(La *Revue d'artillerie*, tome Ier, page 82, donne la valeur 0,122) (¹).

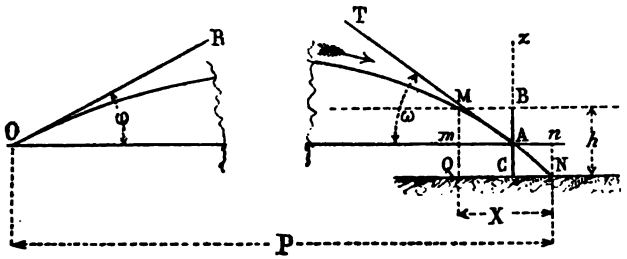
§ 22. — *Zone dangereuse.* La zone dangereuse (*dangereuse* au point de vue de l'ennemi, *efficace* à celui du tireur) est la longueur NQ = X, dans laquelle le projectile se trouve à une distance du sol moindre que la hauteur CB = h du but. En admettant qu'on ait visé sur le milieu A de celui-ci, elle est égale à la projection de l'arc de trajectoire compris entre les deux horizontales CN, BM. Si, pour première approximation, on assimile à une ligne droite la portion MN de la trajectoire, on a cette valeur très-simple

$$X = h\,\mathrm{cotg}\,\omega. \qquad (7)$$

(¹) La formule $\mathrm{tg}\omega = \lim. P\frac{\Delta \mathrm{tg}\varphi}{\Delta P}$, à laquelle on peut arriver de bien des manières différentes, mais qui n'est vraie que pour de petits angles φ, est donnée par Prehn dans *Balistik der gezogenen Geschütze*, 1864, et a été fort employée par les auteurs de tables de tir en Prusse et en Suisse. — Depuis bien plus longtemps, M. Page l'enseignait dans son cours à l'École d'artillerie de Vincennes.

Une formule différant peu de notre formule (5), et une autre identique à la formule (12) ci-après, ont déjà été données par M. le capitaine Siacci dans le *Giornale d'Artiglieria, 1872*.

Fig. 5.



Aux petites distances, il faut un degré de plus d'approximation, et on l'obtiendra en assimilant l'arc MN de la trajectoire à celui d'une parabole ayant même portée P et même inclinaison finale ω. En prenant la ligne Am pour axe des x, et la ligne AB pour axe des z, cette parabole a évidemment pour équation

$$z = \frac{x(P-x)}{P} \cdot \operatorname{tg}\omega = x \operatorname{tg}\omega \left(1 - \frac{x}{P}\right), \qquad (8)$$

car on doit avoir $z = o$ pour $x = o$ et pour $x = P$, et $\lim \frac{z}{x} = \operatorname{tg}\omega$ pour $x = o$.

Si nous faisons d'abord $z = Mm = \frac{1}{2} h$, et si nous posons, pour abréger,

$$X_0 = h \operatorname{cotg}\omega,$$

nous tirons de l'équation (8),

$$Am = x' = \frac{P}{2}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2X_0}{P}}\right),$$

où le radical est pris avec le signe —, parce que l'autre signe correspondrait à un point M' voisin de la bouche à feu; si nous faisons ensuite $z = Nn = -\frac{1}{2} h$, la même équation nous donne

$$An = -x'' = -\frac{P}{2}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{2X_0}{P}}\right),$$

où le radical est pris avec le signe +, parce que le point n doit se trouver à droite de A. Ajoutant ces deux valeurs, puis multipliant et divisant par la somme des deux radicaux, il vient

$$X = X_0 \cdot \frac{2}{\sqrt{1 + \frac{2X_0}{P}} + \sqrt{1 - \frac{2X_0}{P}}}, \qquad (7')$$

formule qui se réduira à (7) dès que P sera assez grand pour que le quotient de $2X_0$ par P puisse être négligé en présence de l'unité.

§ 23. — *Vitesse d'arrivée.* Pour la recherche de cette vitesse, nous pouvons faire abstraction de la dérivation et de ses causes, c'est-à-dire supposer que la résistance de l'air est toujours dirigée suivant la tangente à la trajectoire. Soient alors :

M un point de celle-ci pris sur la branche descendante ;

x et y ses deux coordonnées ;

MT la tangente et MC la normale ;

θ l'inclinaison comptée vers l'arrière comme il a été dit plus haut ;

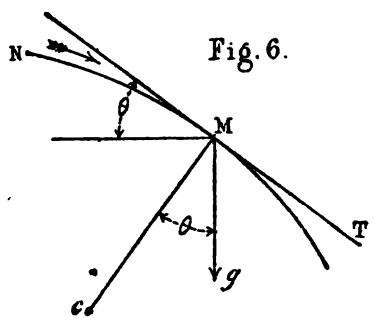


Fig. 6.

ρ le rayon de courbure MC ;

s l'arc NM de la trajectoire, compté à partir d'une origine quelconque N.

Les forces qui agissent sur le mobile M sont la pesanteur et la résistance de l'air ; en les projetant sur la normale nous avons, puisque la seconde est dirigée suivant la tangente,

$$\frac{v^2}{\rho} = g\cos\theta, \text{ ou } \frac{v^2}{g} = \rho\cos\theta ; \qquad (9)$$

il en résulte, en remplaçant ρ par sa valeur $\frac{ds}{d\theta}$ [1],

$$\frac{v^2}{g} = \frac{ds\cos\theta}{d\theta} = \frac{dx}{d\theta}, \tag{10}$$

ou bien

$$\frac{g}{v^2} = \frac{d\theta}{dx} = \frac{d\theta}{d\operatorname{tg}\theta}\cdot\frac{d\operatorname{tg}\theta}{dx} = -\cos^2\theta\cdot\frac{d^2y}{dx^2}.$$

Si donc on appelle u la vitesse horizontale d'arrivée : $u = v\cos\omega$, on aura

$$\frac{g}{u^2} = -\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right), \tag{11}$$

où la parenthèse signifie qu'on a dû substituer dans la dérivée seconde les coordonnées O et P du point de chute.

On a, en un point quelconque de la trajectoire (3),

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{g}{V^2\cos^2\varphi}\left\{f(x) + 2xf'(x) + \frac{1}{2}x^2f''(x)\right\},$$

et en particulier au point de chute,

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right) = -\frac{g}{V^2\cos^2\varphi}\left\{f(P) + 2Pf'(P) + \frac{1}{2}P^2f''(P)\right\},$$

d'où il s'agit encore d'éliminer la fonction inconnue f. Or, en différentiant l'équation (4') il vient

$$2f'(P) + Pf''(P) =$$
$$\frac{2V^2}{g}\left\{(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)\frac{d^2\varphi}{dP^2} - 4\sin\varphi\cos\varphi\left(\frac{d\varphi}{dP}\right)^2\right\},$$

et on voit que si on ajoute à l'équation (4') cette dernière

[1] Si on prenait pour θ l'angle obtus situé à l'avant du projectile, comme on le fait dans la balistique théorique, il faudrait poser $\rho = -\frac{ds}{d\theta}$, parce que ρ est une longueur absolue et que $d\theta$ serait alors de signe contraire à ds, la trajectoire ayant sa concavité tournée vers le sol.

multipliée par $\frac{1}{2}P$, la somme des premiers membres sera précisément le trinome

$$f(P) + 2Pf'(P) + \frac{1}{2}P^2 f''(P),$$

lequel sera ainsi exprimé au moyen de φ et de ses dérivées par rapport à P. En le substituant dans $\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)$, puis portant dans (11) la valeur obtenue, on trouve

$$\frac{g}{u^2} = \left(2\frac{d\varphi}{dP} + P\frac{d^2\varphi}{dP^2}\right)(1 - \mathrm{tg}^2\varphi) - 4P\,\mathrm{tg}\varphi\left(\frac{d\varphi}{dP}\right)^2.$$

Le dernier terme de cette expression peut s'écrire

$$-\frac{4}{P}.\mathrm{tg}\varphi.\left(P\frac{d\varphi}{dP}\right)^2 = -\frac{\varepsilon^3}{P},$$

ε désignant une quantité du même ordre que φ. Une pareille valeur sera toujours négligeable, soit parce que le numérateur ε^3 sera très-petit, soit parce que le dénominateur P sera très-grand; on peut donc réduire la formule à

$$\frac{g}{u^2} = \left(2\frac{d\varphi}{dP} + P\frac{d^2\varphi}{dP^2}\right)(1 - \mathrm{tg}^2\varphi). \qquad (12)$$

Mais cette formule suppose l'angle φ exprimé en parties du rayon, et il faut la transformer de manière qu'il soit exprimé, soit en parties de la circonférence, soit en tangentes.

Si on veut que φ soit exprimé en *minutes*, il faut multiplier le second membre par $\frac{\pi}{180.60} = \frac{1}{3438}$, et il vient

$$\frac{g}{u^2} = \left(2\frac{d\varphi}{dP} + P\frac{d^2\varphi}{dP^2}\right).\frac{1 - \mathrm{tg}^2\varphi}{3438}. \qquad (12')$$

Si on doit faire usage des tangentes, il faut introduire dans

la formule les dérivées de la tangente au lieu de celles de l'angle : cela se fait comme dans le paragraphe précédent, et remplace le premier facteur de (12) par le trinome

$$\cos^2\varphi\left\{2\frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{d\mathrm{P}}+\mathrm{P}\frac{d^2\mathrm{tg}\varphi}{d\mathrm{P}^2}-\mathrm{P}\sin 2\varphi\left(\frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{d\mathrm{P}}\right)^2\right\}.$$

Or, le troisième terme de ce trinome, sensiblement égal à $\frac{1}{\mathrm{P}}\sin 2\varphi\,\mathrm{tg}^2\omega$, est encore de la forme $\frac{\varepsilon^3}{\mathrm{P}}$ et peut être supprimé ; il reste alors

$$\frac{g}{u^2}=\left(2\frac{d\,\mathrm{tg}\varphi}{d\mathrm{P}}+\mathrm{P}\frac{d^2\mathrm{tg}\varphi}{d\mathrm{P}^2}\right)(1-2\sin^2\varphi)\,, \qquad (13)$$

ou, avec la notation indiquée § 19,

$$\frac{1000g}{u^2}=\left(2\frac{d\,\mathbf{tg}\varphi}{d\mathrm{P}}+\mathrm{P}\frac{d^2\mathbf{tg}\varphi}{d\mathrm{P}^2}\right)(1-2\sin^2\varphi)\,. \qquad (13')$$

Telle est la formule qu'on emploiera lorsque les angles φ seront donnés par leurs tangentes. Si on n'avait que les hausses verticales y, il faudrait considérer celles-ci comme des $\mathrm{tg}\varphi$ comptées dans le cercle ayant pour rayon la longueur L de la ligne de mire naturelle, c'est-à-dire remplacer par L le facteur 1000 du premier membre.

Les dérivées première et seconde qui figurent dans ces diverses formules ont respectivement pour valeurs, d'après (7', § 17),

$$\frac{1}{w}\left(\beta-\frac{1}{6}\delta\right),\quad \frac{1}{w^2}\left(c-\frac{1}{12}e\right),$$

où β et δ désignent toujours les moyennes des différences premières et troisièmes placées de part et d'autre de la ligne $\mathrm{P}=nw$, tandis que c et e désignent les différences seconde et quatrième placées sur cette ligne.

Ayant calculé la valeur $\frac{g}{u^2}$ par l'une ou l'autre de ces

formules, on la multipliera par $\cos^2\omega$, et, en prenant l'inverse du produit, on aura $\frac{v^2}{g}$; on multipliera ensuite ce dernier nombre par $\frac{1}{2}p$, p étant le poids du projectile, pour avoir la demi-force vive totale, et par $\frac{1}{2}\frac{p}{\pi r^2}$, r étant le rayon du projectile, pour avoir la demi-force vive par unité de surface de la section droite (voy. § 1). Revenant à $\frac{g}{u^2}$, on divisera par g et on prendra la racine carrée pour avoir u^{-1}, valeur nécessaire au point de vue des calculs indiqués dans le paragraphe suivant; enfin, on passera de cette valeur à u et à v. Ces divers calculs seront abrégés par l'emploi d'une table des inverses des nombres (voyez § 2).

Afin de les abréger encore plus, nous avons dressé la table suivante, qui donne les valeurs de u résultant de l'équation (13') lorsque le second membre de cette équation reçoit successivement diverses valeurs k. Cette table, disposée comme celles de logarithmes, est divisée en deux parties; dans la première, les valeurs k varient de millième en millième, depuis 0,040 jusqu'à 0,409, les deux premières décimales se lisant au commencement des lignes, et la troisième en tête des colonnes; dans la seconde, les valeurs k ne varient plus que de centième en centième, depuis 0,40 jusqu'à 1,09, la première décimale se lisant au commencement des lignes, et la seconde en tête des colonnes. La table, qui réduit à presque rien la partie réputée la plus laborieuse dans le calcul des tables de tir, peut servir pour des vitesses u comprises entre 95 et 495 mètres.

Table pour calculer u par la relation $\frac{1000g}{u^2} = k$. ($g = 9{,}8088$).

	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,04	495,3	489,1	483,2	477,6	472,2	466,9	461,8	456,9	452,0	447,4
05	442,9	438,5	434,3	430,2	426,2	422,2	418,5	414,8	411,2	407,7
06	404,4	401,0	397,7	394,5	391,4	388,2	385,5	382,7	379,8	377,0
07	374,3	371,7	369,1	366,6	364,1	361,6	359,2	356,9	354,6	352,4
08	350,2	348,0	345,8	343,7	341,7	339,6	337,7	335,8	333,9	331,9
09	330,1	328,3	326,5	324,7	323,0	321,3	319,6	318,0	316,4	314,7
10	313,2	311,6	310,1	308,5	307,1	305,7	304,2	302,8	301,4	300,0
0,11	298,6	297,3	295,9	294,6	293,3	292,0	290,7	289,5	288,3	287,1
12	285,9	284,7	283,5	282,3	281,2	280,1	279,0	277,9	276,8	275,7
13	274,6	273,6	272,6	271,6	270,6	269,6	268,6	267,6	266,6	265,6
14	264,6	263,7	262,8	261,9	261,0	260,1	259,2	258,2	257,4	256,5
15	255,7	254,8	254,0	253,1	252,3	251,5	250,8	250,0	249,2	248,4
0,16	247,6	246,8	246,0	245,3	244,6	243,8	243,1	242,3	241,5	240,8
17	240,1	239,5	238,8	238,1	237,5	236,8	236,0	235,4	234,8	234,0
18	233,4	232,8	232,2	231,5	230,9	230,2	229,6	229,0	228,4	227,8
19	227,2	226,6	226,1	225,4	224,8	224,2	223,6	223,1	222,5	222,0
20	221,5	220,9	220,4	219,8	219,2	218,8	218,2	217,6	217,2	216,6
0,21	216,1	215,6	215,1	214,6	214,1	213,6	213,1	212,6	212,2	211,6
22	211,1	210,7	210,2	209,7	209,3	208,8	208,3	207,9	207,4	206,9
23	206,5	206,1	205,7	205,2	204,7	204,3	203,9	203,5	203,0	202,6
24	202,1	201,7	201,3	200,9	200,5	200,1	199,7	199,3	198,9	198,5
25	198,1	197,7	197,3	196,9	196,5	196,1	195,7	195,4	195,0	194,6
0,26	194,2	193,9	193,5	193,1	192,6	192,3	192,0	191,6	191,3	190,9
27	190,5	190,2	189,9	189,5	189,2	188,9	188,5	188,2	187,9	187,5
28	187,2	186,9	186,5	186,1	185,8	185,5	185,2	184,9	184,6	184,2
29	183,9	183,6	183,2	182,9	182,6	182,3	182,0	181,7	181,4	181,1
30	180,8	180,6	180,2	179,9	179,7	179,4	179,0	178,8	178,4	178,2
0,31	177,9	177,6	177,3	177,0	176,7	176,5	176,2	175,9	175,6	175,3
32	175,0	174,8	174,6	174,3	174,0	173,7	173,5	173,2	172,9	172,7
33	172,4	172,2	171,9	171,6	171,3	171,1	170,9	170,6	170,3	170,1
34	169,9	169,6	169,3	169,1	168,9	168,6	168,4	168,2	167,9	167,7
35	167,4	167,1	166,9	166,7	166,4	166,2	165,9	165,7	165,5	165,3
0,36	165,0	164,8	164,6	164,4	164,2	164,0	163,8	163,6	163,3	163,0
37	162,8	162,6	162,3	162,1	161,9	161,7	161,5	161,3	161,1	160,8
38	160,6	160,4	160,2	160,0	159,8	159,6	159,3	159,1	158,9	158,7
39	158,5	158,3	158,1	157,9	157,7	157,6	157,4	157,2	157,0	156,8
40	156,6	156,4	156,2	156,0	155,8	155,6	155,4	155,2	155,0	154,8

	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,40	156,6	154,7	152,8	151,0	149,3	147,6	146,0	144,5	142,9	141,1
0,50	140,1	138,7	137,3	136,0	134,8	133,5	132,3	131,2	130,1	129,0
0,60	127,8	126,8	125,8	124,8	123,8	122,8	121,8	121,0	120,1	119,3
0,70	118,3	117,5	116,7	115,9	115,0	114,4	113,6	112,8	112,2	111,5
0,80	110,7	110,0	109,4	108,7	108,0	107,4	106,8	106,2	105,6	105,0
0,90	104,4	103,9	103,2	102,7	102,2	101,6	101,1	100,5	100,0	99,5
1,00	99,0	98,5	98,0	97,5	97,1	96,7	96,2	95,7	95,3	94,9

Pour donner un exemple, reprenons le canon suisse de $8^c,4$ et cherchons la vitesse d'arrivée de son projectile à

2000 mètres. Il résulte des nombres donnés § 16 et rappelés § 21 que les différences troisièmes des $\operatorname{tg}\varphi$ sont nulles. La valeur de k, qui est dans le cas général

$$k = \frac{1}{w} \cdot \left\{ 2\left(\beta - \frac{1}{6}\delta\right) + \frac{P}{w}\left(c - \frac{1}{12}e\right) \right\} \cdot (1 - 2\sin^2\varphi),$$

se réduit donc, pour ce cas et ses analogues, à

$$k = \frac{1}{w} \cdot \left(2\beta + \frac{P}{w}c\right) \cdot (1 - 2\sin^2\varphi),$$

ce qui donne

$$k = \frac{1}{500} \times (62 + 4 \times 4) \times 0{,}984 = \frac{156 \times 984}{10^6} = 0{,}1535,$$

et la table donne alors

$$u = 253^{\mathrm{m}},2 .$$

Lorsque φ est petit, on peut supprimer le dernier facteur de la formule (12) et poser, en écrivant indifféremment u ou v,

$$\frac{g}{v^2} = \left(2\frac{d\varphi}{dP} + P\frac{d^2\varphi}{dP^2}\right) \cdot \frac{1}{3438} ;$$

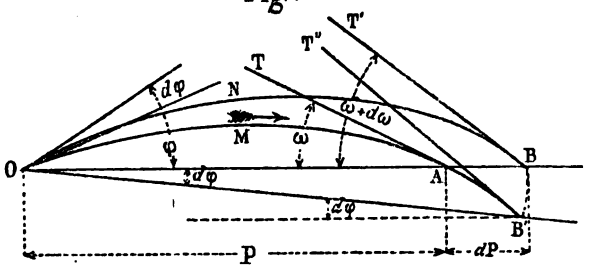
si on observe qu'alors l'angle de chute se calcule par la formule (6'), de laquelle il résulte $\frac{d\varphi}{dP} + P\frac{d^2\varphi}{dP^2} = \frac{d\omega}{dP}$, cette équation prend la forme

$$\frac{g}{v^2} = \left(2\frac{d\varphi}{dP} + \frac{d\omega}{dP}\right) \cdot \frac{1}{3438}, \qquad (14)$$

qui exprime v par deux dérivées premières dont l'une peut se calculer au moyen de la colonne des angles de projection, et l'autre au moyen de celle des angles de chute.

Nous avons déjà vu que cette simplification revient à considérer toutes les trajectoires comme des fragments d'une même courbe OAA'A''... (fig. 4), et on peut alors donner une démonstration fort simple de la formule (14). Soient, en effet, OMA la trajectoire correspondante à (P, φ, ω) et ONB celle correspondante à $(P+dP, \varphi+d\varphi, \omega+d\omega)$. Prolongeons la première jusqu'à sa rencontre

Fig. 7



avec la ligne OB' dont l'inclinaison est $-d\varphi$; on admet que la figure OMB'O se superposerait exactement à la figure ONBO en la faisant tourner autour du point O de l'angle $d\varphi$ et de bas en haut; il s'ensuit que l'angle T''B'O est égal à T'BO ou $\omega+d\omega$, et par conséquent que l'angle T''B'H est égal à $\omega+d\omega+d\varphi$. D'autre part, puisque $OB'=OB$, BB' est un arc de cercle infiniment petit perpendiculaire à OB, et on peut considérer OB comme la projection de OB', de sorte que l'abscisse du point B' est $x=OB=P+dP$. Les variations concomitantes de x et de θ, entre les deux points infiniment voisins A et B' de la trajectoire OMA, sont donc

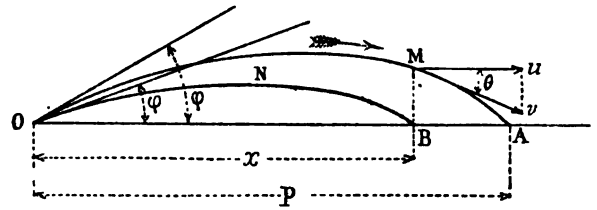
$$dx = dP\,, \quad d\theta = d\varphi + d\omega\,,$$

et par suite on a, d'après (10),

$$\frac{g}{v^2} = \frac{d\theta}{dx} = \frac{d\varphi}{dP} + \frac{d\omega}{dP}\,.$$

§ 24. — *Durée du trajet.* Soient OMA la trajectoire correspondante aux valeurs (P, φ), M le projectile en un point

Fig. 8.



quelconque de cette trajectoire, v sa vitesse tangentielle, u sa vitesse horizontale, et t le temps qu'il met pour aller d'un point quelconque dont l'abscisse est a jusqu'à un autre dont l'abscisse est x. On a

$$u=\frac{dx}{dt}, \quad dt=u^{-1}dx, \quad t=\int_a^x u^{-1}dx .$$

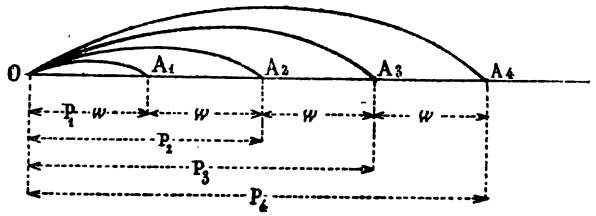
Soient, d'autre part, φ_x l'angle de projection qui donne la portée $x=\mathrm{OB}$, et u_x la vitesse horizontale d'arrivée à cette distance, déterminée comme il est dit dans le paragraphe précédent. Les deux trajectoires étant fort tendues, on peut admettre que si deux projectiles sont lancés simultanément, l'un sous l'angle φ, l'autre sous l'angle φ_x, la vitesse horizontale u que possède le premier arrivé en M est la même que la vitesse horizontale u_x que possède le second arrivé en B. On peut ainsi calculer la valeur u pour une position quelconque du projectile M sur sa trajectoire, et par suite, en prenant $\mathrm{OA}=\mathrm{P}$ pour la limite supérieure de l'intégrale, obtenir le temps T qu'il met pour aller du point O au point A.

Bien entendu, on choisira pour les valeurs intermédiaires x les portées P_0, P_1, P_2... qui sont les multiples successifs de w. Après avoir calculé les valeurs correspondantes u^{-1} comme il est dit dans le paragraphe précédent, on formera un tableau avec celles-ci et leurs différences, et l'intégrale T se calculera par la formule (10, § 18).

Pour établir le tableau complet des durées de trajet T_0,

T_1, T_2, T_3..., il sera préférable de calculer les durées partielles t_0, t_1, t_2..., correspondant aux intervalles suc-

Fig. 9.



cessifs OA_1, A_1A_2, A_2A_3...: ces durées sont celles que mettrait à franchir successivement ces divers intervalles un mobile parcourant l'horizontale O_x et ayant les vitesses u_0, u_1, u_2, u_3... aux points O, A_1, A_2, A_3... Prenant en particulier l'intervalle $A_n A_{n+1}$, et désignant par ω une variable comprise entre O et 1, on a

$$t_n = w \int_0^1 u_{n+\omega}^{-1} d\omega ,$$

c'est-à-dire, d'après (10, § 18),

$$t_n = w\left(\alpha - \frac{1}{12}\gamma\right) , \qquad (15)$$

où α désigne la moyenne arithmétique des deux valeurs u_n^{-1} et u_{n+1}^{-1}, et γ celle des différences troisièmes correspondantes. On a ensuite

$$\left.\begin{array}{l} T_0 = t_0 \\ T_1 = t_0 + t_1 \\ T_2 = t_0 + t_1 + t_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots \end{array}\right\} .$$

Si les différences troisièmes de u^{-1} sont assez petites pour pouvoir être négligées, la formule (15) se réduit à son premier terme, savoir

$$t_n = w\alpha = \frac{1}{2}\left(\frac{w}{u_n} + \frac{w}{u_{n+1}}\right) :$$

t_n est alors la moyenne arithmétique entre le temps que mettrait pour aller de A_n à A_{n+1} un mobile animé de la vitesse constante u_n et celui que mettrait un autre mobile animé de la vitesse constante u_{n+1}. Il est une autre évaluation qu'on emploie aussi et qui consiste à poser

$$t_n = \frac{w}{\frac{1}{2}(u_n + u_{n+1})},$$

c'est-à-dire à prendre pour t_n le temps mis pour aller de A_n à A_{n+1} avec une autre vitesse constante moyenne entre u_n et u_{n+1}. Dans les limites que comporte l'application traitée ici, les deux formules donnent sensiblement le même résultat numérique; mais la première a plus de valeur, car on y arrive aussi par la balistique théorique (*Bashforth*, page 68).

La durée du trajet est un élément dont l'observation n'est pas difficile. Si on en a relevé un nombre suffisant de valeurs, on peut les compenser comme il a été dit pour les angles de projection, les dérivations... etc., et en dresser un tableau qui sera tout à fait indépendant de celui des angles φ. En faisant alors les calculs que nous venons d'indiquer, leur concordance avec ce tableau fournira un contrôle général de tout le travail.

On peut aussi, dans le cas où les durées ont été obtenues par une compensation indépendante, en déduire les vitesses d'arrivée, car on a

$$u^{-1} = \frac{dt}{dP},$$

dérivée qui se calculera, comme nous l'avons déjà dit tant de fois, par la première des formules (7', 17).

E. Jouffret, *capitaine d'artillerie*,
Adjoint au professeur du cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau.

(*A suivre.*)

DES PRINCIPES A OBSERVER
POUR ASSURER L'EFFICACITÉ DES PROJECTILES D'ARTILLERIE

Par le lieutenant E. Clayton, de l'Artillerie royale.

Essai couronné en 1873 par l'Institut royal de l'Artillerie.

(Extrait du *Compte rendu des travaux de l'Institut royal de l'Artillerie*, n° 5, vol. VIII (Woolwich, 1873). Traduit de l'anglais par le capitaine de Saint-Périer.)

(Fin.)

II. — ARTILLERIE DE SIÉGE ET DE PLACE.

Artillerie de place. — Les effets que l'on doit attendre des pièces qui arment les forteresses sont les suivants : Elles doivent maintenir les assiégeants à une grande distance de la place au début de l'investissement, pour les forcer à commencer leurs travaux le plus loin possible; leur rendre difficiles la construction et l'armement de leurs batteries; enfin lutter contre celles-ci aussi longtemps qu'elles le pourront. Les pièces doivent, de plus, harceler par leur feu les troupes qui soutiennent les travailleurs, et empêcher l'ennemi de tenter un coup de main.

Il faut employer les obus ordinaires ou les shrapnels pour atteindre les deux premiers résultats; les obus ayant plus d'effet contre les ouvrages en terre que l'on peut découvrir, et les shrapnels contre les troupes ou les travailleurs à découvert ou couverts seulement en partie.

Quand l'ennemi aura réussi à établir et à armer ses batteries, l'artillerie de la place s'efforcera de les détruire et d'en faire taire les pièces. Pour remplir ce but, les obus ordinaires seront généralement les meilleurs projectiles. Avec de fortes charges explosives et des fusées assez sensibles pour produire l'éclatement dans les terres fraîchement remuées, ils produiront de larges entonnoirs dans les parapets, combleront les embrasures et démonteront les pièces. On ne doit pas oublier, toutefois, que l'assiégeant ne démasquera ses batteries et n'ouvrira son feu que lors-

qu'il croira avoir en batterie assez de pièces pour réduire au silence l'artillerie de la place. Il faut donc protéger autant que possible les pièces de la forteresse, soit en les montant sur des affûts Moncrieff, soit en employant des embrasures cuirassées, pour que ces avantages viennent contre-balancer la supériorité du nombre des pièces de l'attaque. Celles-ci auront le désavantage de ne pouvoir être protégées par des cuirasses ; il est probable aussi que les affûts Moncrieff ne pourront être employés dans ce cas, par suite de la difficulté de transporter de semblables masses. On devra donc les faire tirer, soit à barbette, soit à travers des embrasures non cuirassées, soit sur des affûts élevés avec des embrasures peu profondes, et dans tous ces cas elles seront plus exposées que les pièces de la défense. Celles-ci doivent être prêtes à ouvrir le feu aussitôt que les batteries ennemies seront démasquées, et connaître exactement leurs distances, afin d'empêcher le feu de l'attaque de prendre la supériorité ; car si l'ennemi y parvient, la défense ne peut plus reconquérir l'avantage, son feu devient de plus en plus faible, l'assiégeant avance rapidement ses travaux et la chute de la place peut être considérée comme inévitable. Si les pièces de l'attaque se chargent par la bouche, les servants seront fort exposés, que l'on tire à barbette ou à embrasure ; on peut alors, contre eux, se servir avantageusement de shrapnels. Les canonniers de la défense auront moins à souffrir de ce genre de projectiles, même s'ils ont à manœuvrer des pièces se chargeant par la bouche, l'ouverture des embrasures pouvant être considérablement diminuée par suite d'un système de pivot placé près de la bouche de la pièce.

Il est bon de remarquer qu'au siége de Belfort, quelques pièces françaises tirant sous de grands angles, sans embrasures, et pointées comme des mortiers à l'aide de repères, firent plus de mal aux Allemands que toutes les autres et ne furent jamais réduites au silence ; tandis que

celles qui tiraient à embrasures, protégées ou non par du fer, furent rapidement obligées de cesser leur tir.

Dans les dernières périodes d'un siége, le feu de la place sera devenu si faible que l'on ne peut indiquer aucune règle pour son emploi, si ce n'est qu'il faut s'efforcer de conserver le plus de pièces possible en état d'agir, de manière à retarder autant qu'on le pourra les progrès des assiégeants.

Artillerie de siége. — Passons à ce qui regarde l'artillerie de l'attaque.

Le premier principe est qu'on ne doit démasquer les batteries et ouvrir leur feu que lorsqu'elles sont terminées et armées en totalité ou au moins en nombre suffisant pour assurer dès l'abord la supériorité du feu de l'assiégeant.

Toutes les batteries doivent commencer à tirer à la fois, et d'aussi grand matin que possible le jour de l'ouverture du feu, pour surprendre l'ennemi avant que ses canonniers soient à leur poste, et produire un effet sensible avant qu'ils aient pu répondre. Il faut tirer des obus ordinaires avec de fortes charges intérieures contre les ouvrages en terre et la maçonnerie ordinaire, et des projectiles d'acier ou Palliser contre les murailles. Les servants des pièces seront probablement trop bien couverts pour que l'on puisse conseiller de tirer des shrapnels contre eux avant qu'une partie des ouvrages ait été ruinée par les projectiles pleins ou les obus. Il faut s'assurer des distances des divers ouvrages aux batteries aussi exactement qu'on pourra, d'après les plans et cartes que l'état-major et le génie doivent posséder, de manière à perdre le moins de temps possible avant que le feu devienne efficace. La rapidité du tir doit être réglée d'avance, et il est essentiel qu'il soit continu, pour que le défenseur n'ait pas le temps de réparer les dommages causés ou de mettre en batterie de nouvelles pièces à la place de celles qui ont été démontées.

Les premières batteries de l'assiégeant ne seront proba-

blement pas à moins de 2500 ou 3000 yards de la place (2300 à 2750 mètres environ).

Quand le feu de la place sera éteint, l'assiégeant poussera en avant ses tranchées et construira ses batteries de brèche.

Autrefois, les batteries de brèche étaient établies sur la crête des glacis de l'ouvrage à battre. Avec l'artillerie moderne, on peut battre en brèche de loin, même des escarpes cachées à la vue, et la puissance du feu de la mousqueterie est devenue telle, qu'il sera généralement impossible de placer les batteries de brèche à leur ancienne position; elles seront ordinairement tenues à 1000 ou 1500 yards de la place (900 à 1400 mètres environ).

Tir plongeant contre les maçonneries couvertes. — On va maintenant examiner les conditions nécessaires pour réussir à battre en brèche par un tir plongeant les revêtements cachés à la vue.

La condition à remplir est que le projectile rase la crête de la masse couvrante et frappe l'escarpe au point voulu avec le maximum d'énergie. La première chose à faire est de déterminer la pièce et le projectile à employer.

Il faut que le projectile frappe le revêtement sous un grand angle de chute avec assez de force pour détruire la maçonnerie. La portée étant d'ailleurs faible (1000 à 1500 yards), la vitesse restante le sera nécessairement aussi. Le résultat peut être obtenu de deux manières : par un projectile tiré avec une vitesse initiale relativement grande qu'il perd rapidement, ou par un projectile tiré sous un plus grand angle avec une moindre vitesse qu'il perd moins rapidement.

En supposant que, dans les deux cas, le projectile doive avoir le même poids, on réussira dans le premier avec un obus court de fort calibre, dans le second avec un obus long de plus petit calibre, la résistance de l'air s'exerçant plus fortement sur l'un que sur l'autre. La question est de savoir lequel des deux systèmes est préférable.

En supposant encore que les deux projectiles rasent la crête de la masse couvrante et frappent l'escarpe au même point, les vitesses avec lesquelles chacun d'eux parcourt l'espace entre la contre-garde et l'escarpe doivent être égales, car ils se sont abaissés dans ce trajet de la même distance verticale, et, par conséquent, les temps qu'ils mettent à parcourir cet espace sont égaux. Mais l'obus de gros calibre se ralentit plus vite que l'autre, par suite, sa vitesse, quand il rase la contre-garde, doit être plus grande, et quand il frappe l'escarpe, plus petite que celle de l'obus de moindre calibre. Ainsi, la vitesse, au point d'impact de l'obus de plus faible calibre, est plus considérable, et comme les poids sont égaux, son énergie est plus grande. De plus, le pouvoir de pénétration des deux projectiles est en raison inverse du diamètre; celui du plus petit diamètre aura donc à la fois la plus grande énergie et le plus grand pouvoir de pénétration. Il faut donc, pour faire brèche avec le tir plongeant, choisir une pièce de petit calibre lançant un obus long. Les Prussiens se servent d'une pièce courte de 15^{c} tirant un obus allongé. La vitesse nécessaire étant faible, la pièce courte peut brûler assez de poudre et l'obus long conserve bien sa vitesse. Il y a cependant une limite à la réduction du calibre et à l'allongement de l'obus, car un très-long projectile vacille beaucoup quand on le tire à faible charge, de plus il manque de capacité intérieure pour recevoir la charge explosive.

Nous pouvons donc dire que, pour les batteries de brèche, il faut choisir la pièce du plus petit calibre possible pour un poids donné du projectile; ce calibre étant suffisant pour que la justesse soit assurée avec la charge nécessaire pour obtenir un angle de chute convenable à la distance du tir, et en outre pour que la capacité intérieure contienne une charge explosive assez grande.

Quand on a choisi la pièce et le projectile, il faut construire, au moyen du calcul et de l'expérience, des tables

donnant les angles de chute correspondant à certaines portées et à différentes charges, et les angles de tir à employer pour obtenir ces portées avec des charges variables; de là on déduira des formules pour déterminer la charge et l'angle de tir dans chaque cas particulier, la portée et l'angle de chute étant donnés. Ces problèmes ont été étudiés par les Russes et par les Prussiens, et il est à désirer que l'on fasse la même chose pour les pièces proposées en Angleterre comme pièces de siége et de place.

Lorsqu'on veut pratiquer une brèche, la distance de l'escarpe à la batterie étant déterminée par des coups d'essai, la hauteur de l'escarpe et celle de la masse couvrante, ainsi que leur distance, étant connues par les plans de l'ouvrage ou déterminées par des reconnaissances, on peut calculer la charge et l'angle de tir à employer pour atteindre le mur à une hauteur donnée; on pointe d'abord la pièce de manière à frapper un point visible du mur, puis on abaisse graduellement le point d'impact jusqu'à ce que le projectile arrive au point choisi et que la brèche soit commencée. On fait observer les résultats, s'il est possible, d'un point d'où la face battue en brèche soit visible.

L'assiégeant doit tirer de temps en temps des shrapnels pour empêcher l'ennemi de réparer les dommages. On emploiera utilement des obus incendiaires pour les bombardements, et de gros mortiers rayés serviront au même objet, ainsi que pour crever les voûtes des magasins.

III. — ARTILLERIE DE CAMPAGNE.

Nous allons maintenant examiner les conditions qui déterminent l'efficacité des projectiles de campagne.

Les projectiles dont on se sert actuellement sont les obus ordinaires, obus à segments, shrapnels ou boîtes à mitraille.

Tir à mitraille. — De ces derniers projectiles, boîtes à

mitraille, il n'y a que peu de mots à dire : on ne s'en sert que lorsque les pièces doivent rester dans une position défensive jusqu'au dernier moment, parfois même se sacrifier pour quelque raison particulière. On peut alors employer la mitraille contre l'infanterie lorsqu'elle s'approche à 300 yards des pièces. On peut aussi l'employer contre la cavalerie chargeant les pièces à l'improviste; mais on ne se trouvera que rarement exposé à ce danger.

L'artillerie de campagne peut avoir à agir contre divers objets :

Buts animés : cavalerie ou infanterie, à découvert, en mouvement ou au repos, en masses ou dispersés;

Artillerie à découvert;

Troupes à couvert dans des bois, tranchées-abris ou ouvrages de campagne, dans des villages ou des maisons;

Artillerie retranchée;

Obstacles, tels que abatis, palissades, etc.

Tir contre des troupes non abritées. — Contre des troupes à découvert, on a à choisir entre les obus ordinaires, obus à segments ou shrapnels. Ceux-ci se tirent avec une fusée à temps, les obus ordinaires avec une fusée soit à temps, soit percutante. Dans la pratique, on trouve qu'il ne faut pas compter beaucoup sur l'efficacité des obus ordinaires ou à segments tirés avec la fusée à temps, car leur effet est peu considérable à moins qu'ils n'éclatent à quelques mètres des buts à atteindre, batteries, colonnes d'infanterie ou de cavalerie; mais il est très-difficile en campagne d'apprécier exactement la distance d'un objet, et lorsque le terrain est très-accidenté, les coups d'essai ne peuvent pas toujours fournir ce renseignement; cependant si les projectiles éclatent un peu trop en deçà de l'objet visé ou au delà, l'effet est presque nul. Ces projectiles produiraient un grand effet contre une colonne profonde; dans ce cas, une erreur de distance a moins d'influence, car, avec une trajectoire suffisamment

tendue, on atteindra certainement une partie de la colonne ; mais contre des troupes déployées, soit en ligne, soit en tirailleurs, l'effet sera souvent très-faible. Les shrapnels, toutefois, sont efficaces quand ils éclatent en avant de l'objet visé, dans d'assez grandes limites, 50 à 150 yards en avant de l'objet dans le cas des pièces de campagne, et jusqu'à 300 yards en avant avec des pièces lourdes. Avec les pièces anglaises se chargeant par la bouche, la combustion des fusées à temps est assez régulière pour que ce résultat soit atteint.

Les Allemands, de leur côté, ont résolu d'employer les shrapnels avec leur matériel se chargeant par la culasse, prétendant avoir construit une fusée assez régulière pour convenir aux projectiles à chemise de plomb malgré l'absence de vent.

Les shrapnels, tels qu'on les construit actuellement, ont leur charge explosive à la base de l'obus et lancent les balles en avant, de manière qu'elles conservent une grande vitesse et continuent à se mouvoir sur le prolongement de la trajectoire.

Les obus à segments sont formés de segments en fer disposés en cylindre, avec une tête et un culot massifs et une enveloppe extérieure en tôle mince. On les a adoptés pour remédier à l'inconvénient que présentent quelquefois les obus ordinaires de ne donner qu'un petit nombre de fragments; on pensait aussi que les obus à segments étant brisés par une faible charge, les segments continueraient leur course et agiraient comme les shrapnels; mais on a trouvé qu'ils s'écartent trop et qu'ils ont une forme peu favorable au mouvement dans l'air, de sorte qu'ils ne sont pas aussi efficaces que les shrapnels; ils contiennent d'ailleurs une charge de poudre trop faible pour être aussi utiles que les obus ordinaires contre les ouvrages de campagne et les maisons. Les shrapnels, au contraire, avec une charge intérieure renforcée et une fusée percutante, ont presque autant d'effet que les obus contre les pièces et

les voitures. C'est ce qui conduit à proposer la suppression des obus à segments, en ne conservant que les obus ordinaires et les shrapnels, et peut-être aussi de 3 à 5 coups à mitraille par pièce.

Tir contre les troupes abritées. — Les shrapnels sont de beaucoup les projectiles les plus efficaces contre des troupes couvertes, protégées par des tranchées-abris, des embuscades ou des bois. Les obus produisent de bons effets s'ils éclatent à bonne distance, mais n'en produisent presque aucun dans le cas contraire; et les shrapnels couvrent un beaucoup plus grand espace de terrain.

Tir contre l'artillerie. — Contre l'artillerie, les shrapnels produisent aussi le meilleur effet, car on réduit bien plus vite une batterie au silence en mettant les hommes et les chevaux hors de combat qu'en démontant les pièces.

Tir contre les ouvrages de campagne, obstacles, villages, etc. — Contre les ouvrages de campagne d'un bon profil, les shrapnels ne produisent pas un effet aussi satisfaisant, car les parapets et les abris blindés assurent une protection efficace, et il faut employer des obus pour les ruiner et en déloger les défenseurs. Les shrapnels, toutefois, pourraient avoir de bons effets si on les tirait contre les embrasures, les balles qui passeraient au travers étant très-meurtrières pour les servants des pièces.

Contre les obstacles, abatis et palissades, les obus ordinaires produiront plus d'effet, même s'ils n'éclatent pas, car ils pénétreront dans tous les cas; et s'ils éclatent, ils détruiront une partie considérable de l'obstacle. Ils devront être tirés avec des fusées percutantes.

Contre les maisons, villages, etc., les obus ordinaires seront plus efficaces pour abattre les murs et allumer des incendies.

Perfectionnements à introduire. — Il reste encore un champ considérable ouvert aux améliorations à apporter à l'emploi de l'artillerie de campagne, surtout contre des troupes à couvert. Il faut trouver le moyen de lancer

des projectiles avec une justesse suffisante pour qu'on soit assuré qu'ils tomberont à une faible distance en arrière de la crête du parapet et atteindront ensuite les défenseurs de l'ouvrage. On n'a, actuellement, aucun moyen sûr d'arriver à ce résultat, mais peut-être pourra-t-on inventer un mortier rayé (ou une pièce analogue) donnant des feux verticaux suffisamment justes, et disposé de telle sorte qu'il puisse être introduit dans les équipages de campagne.

Il y a aussi à perfectionner les fusées, car l'artillerie anglaise laisse à désirer sous ce rapport.

Les fusées à temps pour les pièces se chargeant par la bouche sont bonnes, bien qu'il ne faille pas désespérer de les perfectionner encore; mais on n'a pas de fusée à temps sur laquelle on puisse compter pour les pièces se chargeant par la culasse, et quoique le premier système soit réglementaire, on doit reconnaître au second certains avantages, notamment celui de posséder une chambre permettant de brûler plus de poudre et d'obtenir ainsi une très-grande vitesse avec une pièce courte de petit calibre. Ces avantages pourraient conduire à employer les pièces à chargement par la culasse dans certains cas, et il serait alors nécessaire d'avoir une bonne fusée. On n'a pas, non plus, en Angleterre, de fusée percutante de tous points satisfaisante; celle qui est en service ne fonctionne pas quand le projectile ricoche à terre, et seulement d'une façon incertaine quand il pénètre dans la terre fraîchement remuée.

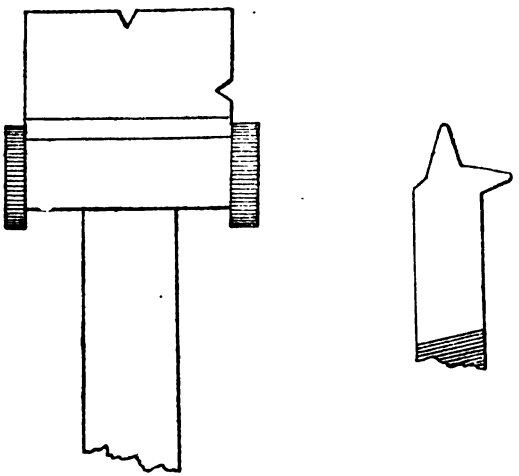
Observation relative au pointage. — Il y a lieu de remarquer ici que l'écart en portée est toujours supérieur à l'écart en direction, pour deux raisons:

1° Une très-petite erreur dans la hausse donnée ou dans le pointage cause un grand écart en portée; car cette erreur influe sur la trajectoire du projectile.

2° Lorsqu'on pointe une pièce, on obtient une très-grande différence dans l'angle donné en prenant le gui-

don plein ou fin; et il est plus difficile d'amener toujours le guidon à la même hauteur relativement au cran de mire, que de l'amener dans le sens horizontal au centre du cran. De plus, il y a une grande différence dans l'angle donné, suivant qu'on place l'œil très-près ou à une certaine distance du cran de mire.

Pour supprimer ces dernières causes d'erreur, je proposerai que la hausse reçoive un second cran de mire sur le côté vertical, et que le guidon ait une pointe placée dans un plan horizontal, de telle façon que la ligne de mire déterminée par le second cran de mire et la seconde pointe soit exactement parallèle à celle du cran de mire et du guidon ordinaires. La disposition indiquée est représentée grossièrement dans la figure suivante.



A l'aide de cette disposition, le pointage pourrait être aussi exact verticalement qu'horizontalement. Il n'y aurait lieu de se servir du second cran de mire que lorsqu'une très-grande justesse serait indispensable et quand on aurait un temps suffisant; mais je pense qu'on ne peut hésiter à admettre son utilité dans le cas où la condition nécessaire de l'efficacité du tir est qu'il n'y ait point d'erreur dans le pointage vertical de la pièce.

Il est probable qu'une lunette de pointage sera très-utile quand on devra faire un feu lent mais très-précis.

Jusqu'ici, on n'a parlé que du matériel et des principes qui s'y rapportent, mais les questions relatives au personnel ne doivent pas être négligées. Le matériel le plus parfait, les principes les mieux raisonnés sont sans efficacité si l'on ne possède des hommes exercés à manier l'un et à appliquer les autres. On n'a pas à rechercher ici la méthode qui permet d'instruire le mieux les hommes; on se contentera de signaler l'importance de cette question, espérant la voir traiter dans quelque essai analogue.

Je me suis efforcé, dans les pages qui précèdent, de présenter à un point de vue général les principes qui déterminent l'efficacité des projectiles dans les diverses circonstances de leur emploi et d'indiquer les améliorations à introduire. Je sais quelle est l'imperfection de mon travail, je ne prétends point d'ailleurs avoir découvert quelque théorie nouvelle et reconnais volontiers les emprunts que j'ai faits aux ouvrages d'*Owen*, *Noble*, *Hohenlohe-Ingelfingen;* aux publications de divers auteurs dans le *Compte rendu des travaux de l'Institut royal de l'artillerie*, dans le *Journal de « United service Institution »* et le *Journal technique du corps royal des Ingénieurs* (1).

31 mars 1873.

Traduit par le capitaine d'artillerie
DE SAINT-PÉRIER.

---

(1) *Proceedings of the Royal Artillery Institution*, *Journal of the United Service Institution*, et *Professionnal Papers of the Corps of Royal Engineers.*

RECHERCHE DE LA DENSITÉ RÉELLE DE LA POUDRE.

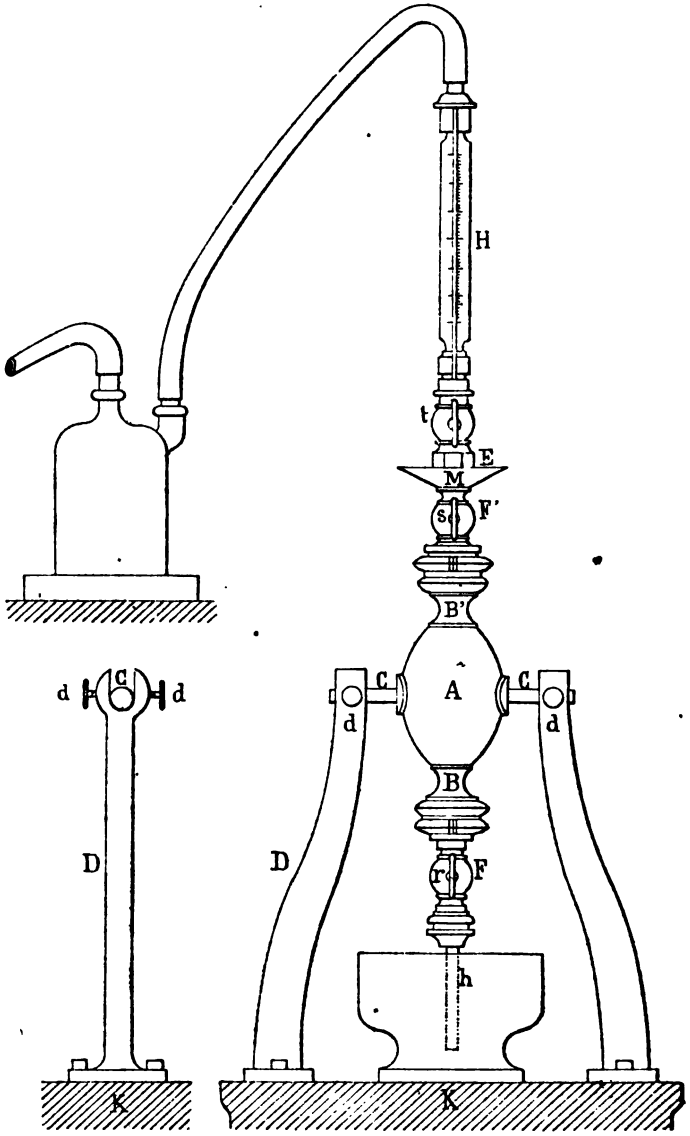
NOTE SUR L'EMPLOI DU DENSIMÈTRE A MERCURE MODIFIÉ POUR LES POUDRES A GROS GRAINS.

Le densimètre à mercure du colonel Mallet, employé dans les poudreries pour connaître la densité réelle des poudres, et décrit dans le règlement sur les épreuves [1], en donne la valeur au moyen de la formule $d = \frac{aD_t}{P - P' + a}$, dans laquelle a représente le poids de la poudre expérimentée, D_t la densité du mercure employé à l'épreuve, à la température ambiante t; P, le poids du vase plein de mercure; P′, le poids du vase contenant le poids a de poudre et rempli de mercure.

Cet appareil, construit dans le but de donner les densités des poudres à grains fins, n'est plus pratique dans le cas des poudres à gros grains; parce que, d'une part, le nombre de grains contenus dans le vase serait insuffisant pour donner une valeur moyenne assez juste de la densité cherchée; et, souvent, l'introduction de ces grains dans le vase serait difficile, sinon impossible. Il a donc fallu modifier les dimensions et la construction de l'appareil, ainsi que la manière de l'employer. Les densimètres actuellement en usage dans les poudreries militaires où se fabriquent les poudres à gros grains ont été construits d'après les indications de M. le capitaine Castan.

Le vase en verre est remplacé par un vase en fonte A de même forme, terminé par deux tubulures B, B′ qui présentent à l'extérieur une gorge demi-circulaire. Ce vase, de forme ovoïde, porte, suivant un petit axe, deux

[1] Règlement du 10 mars 1857 sur les épreuves des poudres dans les établissements du service des poudres et salpêtres. Imprimerie impériale (148 pages, 18 planches). — La description du densimètre se trouve à la page 26.



tourillons C en fer qui sont engagés dans les fourches de deux supports D, fixés dans un bloc de bois. Les dimen-

sions du vase sont suffisantes ($0^m,20$ de hauteur et $0^m,13$ de diamètre environ) pour qu'il puisse contenir 1500 grammes de la poudre ou de la galette dont on veut prendre la densité. Dans l'une des tubulures qui le terminent, B, on place, comme dans l'ancien densimètre, un diaphragme en peau de chamois, et on visse dessus un chapeau à robinet F pouvant recevoir le tube effilé *h*, destiné à plonger dans le mercure; dans l'autre tubulure, B', on place un diaphragme en toile métallique et on le couvre d'un chapeau à robinet F' qui porte la capsule M, destinée à empêcher la perte du mercure qui pourrait tomber pendant la série des opérations. Sur ce dernier chapeau se visse l'écrou E qui, tournant librement autour du pied en fer du tube barométrique, et soutenu par un rebord de ce pied, maintient le tube vertical suivant le grand axe du vase. Enfin, l'extrémité supérieure est reliée par un tube en caoutchouc au nez de la machine pneumatique; mais, sur le trajet, on a interposé un flacon à deux tubulures, dont l'usage sera expliqué plus loin. L'appareil est maintenu vertical au moyen des quatre vis, *d*, s'appuyant sur les tourillons du vase.

L'opération est conduite ainsi qu'il suit : la poudre ou la galette dont on veut obtenir la densité est préalablement séchée, puis refroidie jusqu'à ce qu'elle ait repris la température de l'air ambiant; cette dessiccation a pour but d'empêcher la production de vapeur d'eau lorsqu'on fait le vide. On procède alors aux opérations suivantes :

1° Monter l'appareil comme le représente la figure, en ayant soin de serrer à fond toutes les vis et les écrous; fermer le robinet *r*, ouvrir les robinets *s* et *t*.

2° Faire le vide dans l'appareil jusqu'à ce que le mercure de l'éprouvette reste stationnaire; ouvrir le robinet *r*; le mercure monte, et lorsqu'on le voit s'arrêter dans le tube barométrique, refermer le robinet *r* et faire de nouveau le vide jusqu'à ce qu'on ait ramené le mercure de l'éprouvette à rester stationnaire; ouvrir encore le robi-

net *r*, et le refermer lorsque le mercure a cessé de monter. Le flacon à tubulures placé sur le trajet du tube en caoutchouc a pour objet d'offrir à la petite quantité de gaz, contenue encore dans le circuit après le premier travail de la machine pneumatique, une capacité plus considérable à occuper et permet, par suite, d'en diminuer la pression et d'amener le mercure à sa plus grande hauteur dans le tube barométrique, sans avoir recours à une autre action de la machine pneumatique, reconnue nuisible lorsque la poudre est dans le vase.

3° Peser le vase plein de mercure. Rendre l'air à la partie supérieure de l'appareil au moyen du robinet de la machine pneumatique, puis fermer les robinets *s* et *t*; dévisser l'ajutage *h*, puis le tube H, et vider le mercure qu'il contient; vider également le mercure qui se trouve dans le chapeau F′, au-dessus du robinet *s*, et enlever le vase avec les deux chapeaux, pour le peser.

A la poudrerie du Bouchet, une balance est spécialement disposée pour ces pesées : au-dessous de l'un des plateaux sont fixés deux crochets dans deux plans parallèles écartés entre eux de la distance comprise entre les deux gorges B, B′. On fait basculer le vase sur ses tourillons, après avoir desserré les vis *d*, de manière à le rendre horizontal; le bloc de bois K, qui porte les supports et la cuve à mercure, est monté sur roulettes : le chariot, ainsi formé, roule sur un banc en bois qui permet d'amener le vase tout près des crochets de la balance, auxquels il est dès lors facile de le suspendre.

On obtient ainsi le poids P; on remet le vase en place verticalement sur les supports D, et en ouvrant d'abord le robinet *s*, puis le robinet *r*, on fait écouler le mercure. On peut alors dévisser le chapeau B′ et enlever le diaphragme.

4° Mettre la poudre dans le vase et le remplir de mercure. On introduit la poudre soit grain par grain, à la main, soit au moyen d'un entonnoir en cuivre; on replace le diaphragme, le chapeau, le tube barométrique, l'ajutage

et on fait le vide en procédant identiquement comme dans l'opération précédente.

Il faut avoir soin, autant que possible, de serrer les vis au même point, pour éviter toute erreur de capacité.

5° Pour le vase contenant la poudre et le mercure, on opère comme pour la pesée du mercure seul, et on obtient le poids P'. Le poids a de poudre est pesé à l'avance avec la balance du petit densimètre à $^1/_2$ gramme près, et on prend généralement 1 500 grammes, ou une quantité approchant de 1 500 grammes, s'il s'agit de galette, moins dense et plus difficile à introduire que la poudre.

Quant à la densité D_t, en supposant, ce qui a lieu généralement dans les poudreries, qu'on se sert toujours du même mercure, on l'obtient au moyen de la relation $D_t = D_0\left(\frac{5550}{5550+t}\right)$, dans laquelle D_0 représente la densité du mercure à 0°. On a cherché une première fois la densité de ce mercure à une température quelconque θ, et on en a conclu la valeur $D_0 = D_\theta\left(1+\frac{\theta}{5550}\right)$; cette valeur D_0 permet de former une table contenant toutes les valeurs de D_t entre 0° et 30°, ce qui rentre dans les conditions ordinaires des expériences; ou mieux une table contenant les valeurs de $\log D_t$ et celles de $\log a D_t$, dans le cas où a est égal à 1 500 grammes. Ces tables sont destinées à faciliter le calcul.

La balance employée au Bouchet pour les pesées du densimètre, et construite par M. Bianchi, est un instrument non-seulement fort bien disposé, mais aussi d'une très-grande précision, puisqu'elle est sensible au décigramme sous une charge de 40 kil.; mais il est à remarquer qu'on n'a pas besoin, dans une fabrication courante, d'une approximation aussi grande, puisque le chiffre des grammes lui-même, dans les calculs logarithmiques, n'a qu'une faible influence sur la valeur trouvée pour la densité. Il suffira donc de peser à 5 grammes près.

L'appareil ainsi construit, et employé suivant cette méthode, donne très-exactement les densités des poudres expérimentées, et présente, sur l'ancien densimètre, l'avantage d'être plus maniable, plus solide, et d'exiger moins de précautions minutieuses.

G. Grosset, *capitaine d'artillerie*,
Adjoint à la poudrerie du Bouchet.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Artillerie russe; création de nouveaux parcs de campagne (*en exécution du projet de réorganisation approuvé le* 13 *juillet* 1872). — Jusqu'ici les *parcs d'artillerie de campagne*, pour l'armée russe d'Europe, formaient en tout 8 brigades, comprenant chacune 3 *parcs d'artillerie* proprement dits, destinés aux divisions d'infanterie, et 1 *parc d'artillerie à cheval*, destiné aux divisions de cavalerie (à l'exception des brigades 6 et 8, qui ne possédaient pas ce dernier parc). Chaque parc étant d'ailleurs divisé en deux sections, l'une, *parc mobile*, composé de voitures à 4 roues; l'autre, *parc volant*, composé de charrettes à 2 roues pour le réapprovisionnement des voitures régimentaires, on comptait en définitive, sur le pied de paix renforcé et sur le pied de guerre :

24 parcs mobiles,	comprenant	55	voitures à 4 roues.
24 parcs volants	—	84	charrettes à munit.
6 parcs à cheval	—	84	id.

Il y avait en outre, 1 brigade de parc du Caucase, composée sur le pied de paix renforcé et sur le pied de guerre de :

8 parcs volants,	comprenant	84	charrettes à munitions.
1 parc à cheval	—	83	id.
½ id.	—	57	id.

Il y avait enfin 1 parc volant de Finlande et ½ parc mobile de la Sibérie orientale.

Au lieu de ces 65 parcs, le nouveau projet d'organisation en établit 115. Il y aura, pour l'armée russe d'Europe :

41 parcs volants, comprenant chacun { 108 charrettes à munitions,
6 chariots à 4 roues pour rechanges,
3 forges de campagne;

17 parcs à cheval, comprenant chacun	40 charrettes à munitions, 2 chariots à 4 roues, 1 forge de campagne ;
41 parcs mobiles, comprenant chacun	72 voitures à 4 roues, à munitions, 2 chariots à 4 roues, 1 forge de campagne.

Il y aura dans le Caucase :

6 parcs volants composés comme il vient d'être dit ;
4 parcs à cheval id.

6 parcs volants, comprenant chacun	104 charrettes à munitions, 2 chariots, 1 forge de campagne.

A l'avenir, chaque division d'infanterie aura son parc volant d'artillerie destiné à remplacer, pendant le combat ou immédiatement après, les munitions consommées tant par l'infanterie que par l'artillerie. Les parcs à cheval suivront les divisions de cavalerie; les parcs mobiles formeront la réserve.

Les 24 parcs volants et les 24 parcs mobiles existant actuellement dans la Russie d'Europe devaient être réorganisés sur les nouvelles bases avant la fin de 1873, et les 6 parcs à cheval actuels portés à 17 avec la nouvelle composition. Enfin, les 8 parcs volants du Caucase devaient être, dans le même délai, portés à 12, et les parcs à cheval à 4. (*Cronaca militare estera*, n° 10.)

Artillerie néerlandaise. — *Canon rayé en bronze de* 12^{c} *court se chargeant par la culasse.* — L'artillerie néerlandaise, qui possède déjà un canon de campagne de 8^{c} en bronze se chargeant par la culasse, vient d'adopter, à la suite d'expériences dont les résultats ont été très-satisfaisants, un canon de siége en bronze se chargeant par la culasse. Cette pièce doit être employée surtout pour le tir plongeant.

La fermeture est un coin unique avec obturateur Broadwell. La culasse a la forme d'un cylindre sur lequel on a raboté quatre faces planes. Cette culasse se raccorde par un arc de cercle avec une large volée tronconique.

Les données principales de cette bouche à feu sont les suivantes :

Calibre (diamètre entre les cloisons).	120^{mm}
Longueur totale	2 100
Longueur de la partie rayée.	1 567
Longueur de la chambre.	270
Raccord^{t}. de la chambre avec la partie rayée. .	60
Diamètre moyen de la chambre.	125
Nombre des rayures (cunéiformes)	12
Profondeur des rayures	1^{mm},5
Pas id	5000^{mm}

Poids de la bouche à feu avec la fermeture, 910 kil. environ.

Affût. — Cette pièce n'a pas d'affût spécial; elle est montée sur l'affût ordinaire de siége qui ne permet pas de tirer sous un angle supérieur à 18°. La hauteur de l'axe des tourillons au-dessus de la plate-forme est de 1^{m},38.

L'affût pèse 635 kil.

Le recul est d'environ 1^{m},7 lorsqu'on tire à la charge de 1^{k}, 1 et de 1^{m},2 à la charge de 0^{k},5.

Projectiles. — Les projectiles sont de deux sortes, des obus ordinaires et des boîtes à mitraille.

Les obus ordinaires ont une enveloppe en plomb présentant trois bourrelets. Ils sont tous munis de fusées percutantes. La charge intérieure est d'environ 0^{k},60; le poids total de l'obus chargé, de 13^{k},6.

Les boîtes à mitraille contiennent 50 balles en zinc, dont 41 du poids de 0^{k},18 et 9 de 0^{k},048. Elles pèsent 11^{k},5.

Charges. — Pour les obus ordinaires, il y a deux charges réglementaires, 1^{k},1 et 0^{k},5. Les boîtes à mitraille se tirent toujours à la charge de 1^{k},1. Les charges sont renfermées dans des sachets en serge dont les dimensions sont :

Pour la charge de	1 ,1,	diamètre	110^{mm},	hauteur	130^{mm}
Id.	0^{k},5	id.	94	id.	62

Résultats du tir.

Charge $1^k,1$. Vitesse initiale 291^m.		Charge $0^k,5$.	
Portées.	*Angle de tir.*	*Portées.*	*Angle de tir.*
100^m	18′	200	1° 38′
500	1° 38′30″	500	4° 24′
1 000	3° 29′	1 000	9° 55′
1 500	5° 32′30″	1 500	17° 10′
2 000	7° 51′		
2 500	10° 28′30″		
3 000	13° 29′		
3 500	17°		

Au point de vue de la justesse, on a obtenu les résultats suivants :

	Angle de tir.	Écarts moyens en portée,	Écarts moyens en direct.		Angle de tir.	Écarts moyens en portée,	Écarts moyens en direct.
Charge, $1^k,1$.	3°	33	4,9	Charge, $0^k,5$.	3°	14	0,5
	5°	42	2		10°	53	4,2
	9°	61	11		17°	89	10,8
	16°	111	11,9				

(Extrait du *Militaire Spectator*.)

Autriche-Hongrie. — Organisation des 13es batteries. — L'armée austro-hongroise comprend 13 régiments d'artillerie de campagne; dans chacun de ces régiments, la 13e batterie, dont les cadres seuls existaient jusqu'à présent et qui comptait en tout 3 officiers, 24 sous-officiers et soldats, et 2 chevaux, doit, à partir du 1er avril 1874, être constituée avec le même effectif que les autres batteries montées de 8, c'est-à-dire avoir, sur le pied de paix, 4 officiers, 114 hommes et 46 chevaux. Chaque régiment aura ainsi, sur le pied de paix :

4 batteries montées de 4 (nos 1 à 4);
3 batteries de cavalerie de 4 (nos 5 à 7);
6 batteries montées de 8 (nos 8 à 13);
1 batterie de dépôt;
1 cadre de colonnes de munitions.

Sur le pied de guerre, le régiment formera :

4 batteries montées de 4;
3 batteries de cavalerie de 4;
7 batteries montées de 8;
1 batterie de dépôt;
5 colonnes de munitions (6 dans les 7 derniers régiments).

Approvisionnement des batteries de campagne autrichiennes. — Sur le pied de guerre, un corps d'armée composé de 3 divisions d'infanterie, comprend en principe 12 batteries fournies par un même régiment, savoir : 4 batteries montées de 4, 2 de cavalerie de 4, 6 batteries montées de 8, formant un total de 96 pièces. Ces 12 batteries sont réparties de la manière suivante : 2 batteries de 4 et une de 8 dans chacune des 3 divisions d'infanterie ; à la réserve d'artillerie du corps les 3 batteries de 8 restantes.

Chaque division de cavalerie indépendante a 2 batteries de cavalerie de 4, provenant des batteries disponibles des régiments attachés aux corps d'armée.

Pour une armée composée de plusieurs corps, un régiment d'artillerie de campagne fournit les batteries destinées à former la réserve générale d'artillerie.

Le service du réapprovisionnement des batteries est assuré par 4 lignes de parcs ou dépôts de munitions, qui transportent en même temps les munitions pour armes portatives, et qui en outre tiennent en réserve le matériel de rechange, les hommes et les chevaux de remplacement nécessaires aux troupes d'artillerie. Ces parcs ou dépôts se décomposent ainsi qu'il suit :

En 1re ligne. { Parcs divisionnaires; Parc de corps d'armée.
En 2e ligne. Grand parc de l'armée.
En 3e ligne. Parc de réserve de l'armée.
En 4e ligne. Dépôt de munitions de campagne de l'armée.

Les colonnes de munitions nos 1, 2 et 3 du régiment

qui fournit les batteries du corps d'armée, forment les *3 parcs divisionnaires* correspondant aux 3 divisions d'infanterie du corps.

La colonne n° 4 forme le *parc de corps d'armée* et sert à réapprovisionner les batteries de réserve du corps. Enfin, le *grand parc de l'armée* est formé par les colonnes n°s 5 et 6 des régiments attachés aux corps d'armée et par un certain nombre de colonnes de munitions du régiment auquel appartiennent les batteries de la réserve générale.

Aux divisions d'infanterie indépendantes, suivant leur force, on affecte une ou deux colonnes de munitions. Les divisions de cavalerie n'ont pas de parc particulier; elles se réapprovisionnent au grand parc.

Le *parc de réserve* ne comprend que des caissons à munitions non attelés; enfin, au *dépôt de munitions de campagne de l'armée* les munitions ne sont pas sur roues; elles sont encaissées et emmagasinées.

Les parcs des trois premières lignes sont toujours mobilisés avec l'armée, mais on ne forme de *dépôt de munitions* que lorsque le théâtre de la guerre est trop éloigné des places de l'intérieur pour que les parcs de campagne puissent s'y réapprovisionner directement, ou lorsqu'on ne peut disposer de voies de communication convenables. Tout le matériel, munitions, rechanges, etc., composant ce dépôt, est transporté par chemin de fer, par eau, ou au moyen de voitures de réquisition.

Les tableaux suivants font connaître : 1° la composition du matériel des batteries; 2° celle des colonnes de munitions; 3° la quantité de munitions transportées par les parcs.

1° Matériel des batteries.

	Batterie montée de 4.	Batterie de cavalerie de 4.	Batterie montée de 8.	*Observations.*
Pièces	8	8	8	Attelés à 4 chevaux dans les batteries montées de 4, à 6 dans les batteries de 8 et celles de cavalerie.
Caissons à munitions	8	8	8	
Chariots de batt. (transportant les rechanges, la forge, la comptabilité, etc.)	1	1	1	A 4 chevaux.
Prolonges (à bagages, fourrage, vivres, etc.)	4	5	5	
Total	21	22	22	

2° Matériel des colonnes de munitions.

	COLONNES de munitions				NOMBRE DES CHEVAUX de l'attelage.
	Nos 1, 2, 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	
Pièces de rechange — de 4		1	2		2
Pièces de rechange — de 8		1	1	1	4
Affûts de rechange — de 4	1	1	1	1	2
Affûts de rechange — de 8	1	1	1	1	2
Caissons à munitions d'artillerie — de 4	4		2		4
Caissons à munitions d'artillerie — de 8	2	4	3	2	4
Caissons à munitions d'artillerie, ancien mod. — de 4	4		8	6	4
Caissons à munitions d'artillerie, ancien mod. — de 8	4	14	11	10	4
Caissons à munitions pour armes portatives	12	5	8	7	4
Caisson à substances explosives (1)		1		1	2
Chariots pour les approvisionnements des ouvriers		1		1	2
		7		7	4
Voitures du train (chariots pour rechanges, forge, etc., prolonges à bagages, fourrages, vivres, etc.)	4	5	5	5	4
Total	32	41	42	42	

(1) Le caisson transporte divers artifices de rupture, des caisses chargées de poudre, et 20 fusées de signaux.

3° Quantité de munitions, par bouche à feu ou par arme portative, transportée par les batteries et les parcs.

NOMBRE DE COUPS		EN 1re LIGNE à la batterie.	EN 1re LIGNE au parc divisionnaire.	EN 1re LIGNE au parc de corps d'armée.	En 2e ligne au grand parc de l'armée	En 3e ligne au parc de réserve.	En 4e ligne au dépôt des munitions.
Par pièce de 4	de divisions d'inf. du corps d'armée	156	74		30	40	156
	de la rés. gén. ou des div. de cav.	156			100	40	156
Par pièce de 8	des divisions d'inf. du corps	128	82		30	36	130
	de la réserve du corps d'armée...	128		82	30	36	130
	de la réserve générale	128			100	36	130
Par fusil d'infanterie ou de chasseur (1).....			30 (20)		8	30	60
Par carabine.....				18	7(2)	7	12
Par pistolét.....				18	7(2)	7	12

(1) Le nombre entre parenthèses se rapporte au fusil du calibre de 11mm.
(2) Pour les divisions de cavalerie indépendantes.

Le parc des divisions d'infanterie indépendantes transporte 100 coups par bouche à feu, 40 par fusil (30 par fusil de 11mm de calibre), et 18 par carabine ou pistolet.

Armée russe. — Instruction d'artillerie donnée pendant l'hiver aux troupes de toutes armes. — Conformément à l'instruction ministérielle du 2 juillet (20 juin) 1867, le commandant en chef des troupes stationnées dans le royaume de Pologne a ordonné que, pendant l'hiver actuel, un certain nombre d'hommes pris dans les corps de la garde, dans l'infanterie de ligne, la cavalerie et les cosaques du Don, seraient exercés à la manœuvre du canon et à celle des mitrailleuses. On a désigné dans ce but, pour la manœuvre du canon : un officier inférieur par régiment, un sous-officier par bataillon, ou par division de cavalerie ou de cosaques, et cinq soldats par compagnie, escadron ou sotnia de cosaques; et pour le service des mitrailleuses : huit soldats par régiment, un officier et un sous-officier par division (4 régiments).

Le même ordre prescrit en outre que le commandant supérieur de l'artillerie réunira pendant les exercices d'été, pour les faire participer dans les limites indiquées

aux manœuvres des batteries de campagne, tous les militaires des corps d'infanterie qui auront reçu la précédente instruction. (*Invalide russe*, n° 234).

Artillerie belge. — École de tir de Brasschaet. — Le camp de Brasschaet, près d'Anvers, est le seul polygone d'artillerie de la Belgique. Il servait autrefois de champ de tir pour les commissions d'expériences et pour l'instruction des batteries. On y a organisé en outre, depuis peu, une école de tir.

L'école de tir, installée depuis deux ans à peine à Brasschaet, a pour but de donner aux officiers et sous-officiers de l'artillerie belge une instruction uniforme sur tout ce qui se rapporte au service de l'artillerie, mais plus spécialement au tir proprement dit. Le personnel se compose d'un colonel, de deux majors et de quatre capitaines professeurs. L'école fonctionne pendant huit mois de l'année, du mois d'octobre au mois de juin; la durée des cours est de quatre mois; chaque série comprend dix-huit officiers et dix-huit sous-officiers élèves. Tous les officiers d'artillerie, à partir du grade de capitaine, doivent avoir suivi ces cours; ce sont actuellement, par suite de l'installation récente, les capitaines les plus anciens qui y assistent.

Tous les quinze jours, on fixe le tableau de l'emploi du temps pour la quinzaine suivante; trois jours par semaine sont consacrés au tir, deux jours aux autres branches de l'enseignement; aucun exercice n'a lieu le dimanche.

Le mode d'enseignement est essentiellement pratique : les sous-officiers élèves doivent exécuter eux-mêmes les travaux tels que confection de munitions, vérification des pièces et des projectiles, etc. Chaque séance de tir est précédée d'une conférence dans laquelle le professeur passe en revue les différentes parties du programme à accomplir, et rappelle les instructions qui s'y rapportent; il fixe ensuite le rôle de chacun pour la séance. Les observateurs chargés de relever les résultats ne doivent communiquer à la batterie aucun renseignement.

Les résultats sont observés dans la batterie ou à proximité, à hauteur des points de chute et en des points intermédiaires. A la suite du tir, chaque officier doit établir un rapport sur la partie du service dont il a été chargé ; ces rapports réunis et discutés, un officier élève établit le procès-verbal définitif qui doit rendre un compte complet de tout ce qui a eu lieu pendant la séance.

Le programme des études en 1871 et 1872 comprenait les matières suivantes : 1° description raisonnée des bouches à feu, affûts, etc.; 2° confection des munitions; 3° visite et vérification des bouches à feu ; 4° approvisionnements; 5° service des bouches à feu ; 6° tir proprement dit; cette partie est l'objet principal du cours, elle comprend : *a*) études des tables de tir, *b*) études des influences de tir, *c*) tactique du tir, *d*) pointage ; 7° travaux de siége et de place; 8° travaux de la commission d'expériences auxquels assiste le personnel de la commission ; et, *pour les officiers seulement*, 9° jeu de la guerre ; 10° maniement des appareils balistiques ; 11° projets et mémoires.

Les ressources que possède l'école pour cet enseignement sont: 1° le personnel et le matériel de la batterie de campagne d'instruction et le personnel de la batterie de siége d'instruction : ces deux batteries sont changées tous les ans ; 2° tout le matériel en bouches à feu, affûts, voitures, qui lui est nécessaire et qu'elle tire des établissements d'artillerie d'Anvers; 3° certains travaux de la commission d'expériences qui lui sont communiqués ; 4° une bibliothèque qui, vu la récente installation de l'école, est encore fort incomplète; 5° les appareils balistiques que possède le polygone; 6° une presse autographique.

Le commandant de l'école de tir désigne deux professeurs pour donner l'enseignement aux officiers, et deux pour les sous-officiers ; l'un d'eux est spécialement chargé de tout ce qui concerne le tir.

Le gérant: CH. NORBERG.

EXPOSITION ARMSTRONG.

(Extrait du Rapport adressé au Ministre de la guerre par les capitaines JOUART et HUTER à la suite de leur mission à Vienne.)

L'exposition de Sir W. Armstrong, quoique inférieure à celle de Krupp, tant au point de vue de l'unité et de l'ensemble que sous le rapport des dimensions des bouches à feu exposées, n'en est pas moins l'une des plus intéressantes par la variété des types qu'on y rencontre. Armstrong, en effet, ne se présente plus en inventeur, fabriquant un système déterminé de bouches à feu, mais en industriel assez puissamment outillé pour livrer au gré de ses clients les canons les plus variés de forme et de construction.

Son exposition comprend les pièces suivantes :

1° Un canon de 10 po. se chargeant par la bouche, sur affût de casemate de côte ;

2° Un canon de 9po,27 se chargeant par la culasse, sur affût de position ;

3° Un canon de 7 po. se chargeant par la culasse ;

4° Un canon de 6po,3, transformé d'après le système du major Palliser, sur affût de marine ;

5° Un canon de 12 liv. se chargeant par la culasse ;
6° Un canon de 16 liv. se chargeant par la bouche ;
7° Un canon de 9 liv. id.
} sur affût de campagne.

8° Deux mitrailleuses du système Gatling.

CANON RAYÉ DE 10 PO., SE CHARGEANT PAR LA BOUCHE.

Ce canon est formé d'un tube central en acier, entouré de manchons en fer forgé, superposés d'après la méthode

dite d'Armstrong [1]. Le tube d'acier provient de la maison Firth. L'âme a 7 rayures du système de Woolwich et à pas progressif.

Dimensions principales.

Calibre			254mm,0
Longueur du canon			4 318 ,0
— de l'âme	(14 ½ calibres).		3 696 ,0
— de la partie rayée			2 997 ,0
Rayures	Nombre		7
	Profondeur		5 ,1
	Largeur		38 ,1
	Pas	au fond de l'âme.	100 calibres
		à la bouche	40 id.
Poids du canon			18 tonnes (18 288 kil.)

Les projectiles du canon de 10 pouces se distinguent de ceux de la marine française par une disposition inverse des ailettes et des plaques isolantes; celles-ci, en effet, dans le canon anglais, forment la couronne antérieure, tandis que les ailettes forment la couronne postérieure.

Le poids de l'obus ordinaire, de l'obus Palliser, ou du boulet Palliser de 10 pouces, est de 400 livres (181 kil.) La charge de tir maximum est de 70 livres (31k,719), et communique au projectile une vitesse de 416 mètres.

Un canon de ce modèle a été employé par la *Commission des substances explosives* (*Committee on Explosives*) dans ses essais sur diverses poudres à canon. Après avoir tiré un grand nombre de coups avec différentes espèces de poudres, il a été soumis aux épreuves de tir suivantes :

4 c. à la ch. de	70 liv.	(31k,750)	et 1 projectile de	400 liv.	(181k),
4	id.	id.	id.	450	(204),
4	id.	id.	id.	500	(227),
4	id.	id.	id.	600	(272),
4	id.	id.	id.	800	(363),
4	id.	id.	id.	1 000	(454),
4	id.	id.	id.	1 200	(544).

[1] Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1873, page 262.

Après ce tir, le canon fut alésé au calibre de 11 pouces, rayé de nouveau et soumis à une série d'épreuves de 28 coups avec des projectiles de même poids que les précédents, mais avec une charge de 85 livres ($39^k,560$).

Le canon de 10 po. est monté sur un affût de casemate de côte en fer, muni d'un frein hydraulique. (Pl. XI, fig. 1.) L'affût repose sur un grand châssis en fer par la partie inférieure des flasques; pour mettre la pièce hors de batterie, on agit à l'aide de leviers sur les galets postérieurs, qui sont excentriques, et l'on fait porter l'affût sur ses quatre galets. Un appareil de pointage distinct, dont la figure fait suffisamment comprendre le jeu, est fixé intérieurement contre chaque flasque et relié à la culasse du canon; les deux vis doivent être manœuvrées simultanément pour donner l'angle à la pièce; cette opération, dans le cas de déplacements un peu grands, peut présenter quelques difficultés à cause de l'indépendance des deux appareils.

Le grand châssis se compose de deux côtés en fer forgé, reliés par des entretoises; il repose sur 4 roulettes se mouvant sur deux voies circulaires en fer, dont le centre se trouve dans l'embrasure. Les côtés du châssis sont inclinés d'environ 4°; entre les côtés est fixé le frein hydraulique; le piston est percé de 4 trous de 18^{mm} de diamètre; le cylindre contient 12 gallons (54 $^1/_2$ litres) de glycérine.

A la queue du châssis est installé le système d'engrenages servant à la fois pour mettre l'affût hors de batterie et pour donner à la pièce le pointage latéral. Un arbre horizontal, P, terminé à chaque extrémité par une manivelle, et présentant dans son milieu une portion de vis sans fin, engrène avec une grande roue dentée, *a*, montée sur un arbre incliné, *b*, qui tourne dans des colliers fixées sous le châssis. Cet arbre se termine à sa partie antérieure par une roue d'angle, *c*, qui peut engrener avec une autre roue d'angle, *d*, portée par un arbre horizontal;

celui-ci se termine à ses extrémités par deux roues d'angle, *e*, engrenant avec les roues, *f*, qui font corps avec les roulettes postérieures du châssis. Le mouvement imprimé à la vis sans fin, à l'aide des manivelles, se transmet ainsi aux roulettes du châssis, lorsque les roues *c* et *d* sont embrayées.

Pour mettre la pièce hors de batterie, on se sert de la même vis sans fin; mais il faut auparavant désembrayer les roues *c* et *d*. A cet effet, la roue dentée, *c*, est montée sur un collier calé sur l'arbre incliné, mais pouvant se déplacer le long de cet arbre; en agissant sur le levier, *l*, on peut ramener cette roue vers l'arrière et la désembrayer. L'arbre incliné se termine en arrière par un tambour, *g*, sur lequel on enroule le brin libre d'une corde passant dans la gorge double de deux poulies accrochées, l'une à la queue de l'affût, l'autre à la queue du châssis. En agissant sur les manivelles, on fait reculer l'affût, qu'on a dû préalablement faire porter sur ses galets.

L'affût pèse.	51 $^3/_4$ cwt.	(2 629^k)
Le châssis pèse	95	(4 826)
Poids du système. . .	146 $^3/_4$ cwt.	(7 455^k)

CANON DE 9,27 PO., SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

Ce canon, en fer forgé, du système de fabrication Armstrong, est muni d'une fermeture de culasse Krupp, c'est-à-dire d'un coin cylindro-prismatique avec anneau obturateur Broadwell; il a été fabriqué pour le gouvernement autrichien.

Son poids est de 14 $^1/_2$ tonnes (14 732 kil.).

L'obus pèse 300 livres (136 kil.); la charge de tir est de 42 livres (19 kil.) de poudre prismatique.

Le canon est monté sur un affût de position en fer, du modèle dit d'Elswick, avec châssis et frein à lames entièrement semblables à celui qui a été décrit dans la *Revue d'artillerie* (juillet 1873; *Artillerie italienne*, p. 286).

Pour mettre hors de batterie, le châssis porte, vers la

queue, un pignon moteur et une roue dentée montée sur le même arbre qu'une poulie; une autre poulie enchapée s'accroche à un piton vers la queue du flasque, et toutes deux servent à recevoir un cordage dont l'une des extrémités se fixe à un piton, au bout du châssis; en tirant sur le brin libre, tout en manœuvrant le pignon, on fait facilement reculer l'affût.

Un autre mécanisme permet de donner au châssis des déplacements latéraux sur la plate-forme. Pour cela, les roulettes postérieures du châssis font corps avec des roues dentées qui engrènent avec une roue centrale portée par l'entretoise et conduite par un pignon : celui-ci reçoit à son tour son mouvement d'une roue montée sur le même arbre et disposée, ainsi que le pignon moteur, à la queue du châssis. La difficulté de déplacer des masses aussi énormes avec le petit nombre de servants dont on dispose, fait actuellement, de ces divers mécanismes, une des parties essentielles des nouveaux affûts; leur valeur dépend en grande partie de la simplicité et de la bonne disposition de ces organes.

CANON DE 7 PO. (177,8mm), SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

Ce canon est en fer forgé, construction Armstrong. Le système de fermeture est une vis à filets interrompus, en tout semblable à celle en usage dans la marine française; seulement le volet de bronze qui reçoit la vis quand on ouvre la culasse, au lieu de tourner sur une charnière, glisse sur une coulisse horizontale ménagée le long de la paroi plane de la culasse du canon, et entraîne avec lui la vis de fermeture retirée de son logement. (Pl. XI, fig. 2). Le volet porte, vers sa partie droite, un cylindre ou fausse âme mobile sur une petite glissière suivant la direction de l'axe de la pièce. Quand le système est amené à la position de chargement, on pousse la fausse âme dans la chambre, de manière qu'elle forme un guide pour l'introduction du projectile.

Le mouvement du volet s'obtient au moyen de deux pignons dont il est muni, et dont l'un porte la manivelle, tandis que l'autre engrène avec une crémaillère taillée sur la tranche de la culasse.

Poids de l'obus	110 liv. (50 kil.)
Poids de la charge	22 liv. (10 kil.)

CANON DE 5,3 PO. (160mm), transformé d'après le système du major Palliser.

Ce canon provient de la transformation d'un canon à âme lisse, en fonte, de 32 liv. 51 cwt. en canon rayé de 6po,3 (160mm) de calibre, d'après le procédé du major Pallisser [1]. L'âme du canon primitif, qui avait un calibre de 8 po. (203mm,2), a été forée au calibre de 266mm,7 ; puis on y a introduit un tube en fer forgé. Ce tube, formé de 5 manchons soudés bout à bout, est alésé au calibre de 160mm, et fermé à une de ses extrémités par un bouchon à vis ; ce tube est entouré à son extrémité postérieure d'un deuxième tube, avec un serrage initial de $\frac{1}{300}$ de pouce.

Éléments principaux de la bouche à feu.

Calibre		160mm,0
Longueur du canon		2 895 ,0
— de l'âme.		2 754 ,0
— de la partie rayée.		2 576 ,0
Rayures (Shunt) . .	Nombre	3
	Profondeur.	2mm,9
	Largeur	15 ,2
	Pas (constant)	40 calibres.
Poids du canon		58 tonnes (2 946 kil.)
Poids de l'obus ordinaire.		82 liv. (29 kil.)
Charge de tir (poudre R. L. G.).		8 liv. (3k,629)
Vitesse initiale de l'obus.		360 mètres.

L'affût, en tôle avec cornières rivées à l'intérieur des flasques, affecte la forme générale des affûts marins. L'é-

[1] Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1873, p. 271.

cartement est maintenu en avant par une entretoise basse en tôle, renforcée de cornières sur son bord supérieur et son bord inférieur, et la queue des flasques porte sur une pièce de frottement en bois ; celle-ci est réunie par un tirant, également en bois, à l'essieu des roulettes de la tête d'affût. Le pointage se fait au moyen de coins de mire.

CANON DE 12 LIV. DE CAMPAGNE, SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

Ce canon, dont la culasse est fermée au moyen d'une vis creuse du système bien connu d'Armstrong, a été réglementaire en Angleterre jusqu'en 1870.

Calibre		$76^{mm},2$
Longueur du canon (non compris la vis creuse).		1 829 ,0
Longueur de la partie rayée		1 342 ,0
Rayures	Nombre	38
	Profondeur	$1^{mm},14$
	Largeur	4 ,2
	Pas (constant)	38 calibres.
Largeur des cloisons		$2^{mm},5$
Poids de la bouche à feu		417 kil.

L'obus pèse $5^{k},3$; la charge de tir est de 1 ½ liv. ($0^{k}681$).

L'affût se compose de flasques en tôle bordés de cornières extérieures et posés sur l'essieu qui y est fixé par des étriers. L'écartement est maintenu par une entretoise de crosse et une entretoise de tête en tôle échancrée, pour permettre d'abaisser la volée. L'appareil de pointage forme une troisième entretoise ; il se compose d'une glissière dans laquelle se meut une crémaillère reliée à la culasse ; une vis de pression permet de la fixer à la position voulue.

L'avant-train est du modèle anglais.

CANON DE 16 LIV. DE CAMPAGNE, SE CHARGEANT PAR LA BOUCHE

Ce canon est du modèle réglementaire en Angleterre depuis 1870.

Calibre	$91^{mm},4$
Longueur du canon	1 891 ,0

Longueur de l'âme		1 737^{mm},0
— de la partie rayée		1 474 ,0
Rayures (système français modifié)	Nombre	3
	Profondeur	2^{mm},8
	Largeur	20 ,3
	Pas	30 calibres.
Poids du canon		614 kil.

L'obus ordinaire pèse 7^{k},250; la charge de tir est de 3 liv. (1^{k},361); vitesse initiale de l'obus : 430 mètres.

L'affût, qui ressemble beaucoup à l'affût de Woolwich, se compose de deux flasques en tôle, d'une faible hauteur, bordés de cornières rivées à l'intérieur; l'essieu est encastré dans un corps d'essieu en bois; il est fixé à une large plaque de tôle placée à plat sous les flasques qui ne présentent aucun encastrement pour le recevoir. L'écartement est maintenu en outre par un bout de crosse, par deux boulons formant entretoises et par une entretoise en tôle portant l'appareil de pointage (Pl. XI, fig. 3). Celui-ci se compose d'une crémaillère circulaire reliée au bouton de culasse et mue par un pignon, dont la manivelle se trouve en dehors des flasques.

L'avant-train est du modèle anglais.

CANON DE 9 LIV. DE CAMPAGNE, SE CHARGEANT PAR LA BOUCHE.

Ce canon est du modèle adopté en Angleterre en 1870.

Calibre		76^{mm},2
Longueur du canon		1 701 ,0
— de l'âme		1 613 ,0
— de la partie rayée		1 519 ,0
Rayures (système français modifié)	Nombre	3
	Profondeur	2^{mm},8
	Largeur	20 ,3
	Pas	30 calibres.
Poids du canon		447 kil.

L'obus ordinaire pèse 4^{k},082; la charge de tir est de

1 ¾ liv. (0^k,794), et imprime à l'obus une vitesse initiale de 420 mètres.

L'affût est formé de 2 flasques longs, en bois de teak, convergents vers la crosse ; c'est un mélange de la construction des affûts Gribeauval et des affûts de 4 français. Le pointage s'obtient au moyen d'un arc denté en fer, relié au bouton de culasse par une clavette et engrenant avec un pignon ; une roue à manivelle, placée extérieurement au flasque droit, permet d'agir sur le pignon ; sur le flasque gauche se trouve une vis de frein, à l'aide de laquelle on peut fixer l'arc de pointage dans sa position. Sur l'essieu sont placés deux coffrets, mais il n'y a pas de siége pour les servants.

L'affût ne présente pas d'autre particularité digne de remarque, surtout à une époque où les constructions en bois semblent appelées à disparaître dans un avenir très-rapproché. L'avant-train, semblable au modèle en service dans l'artillerie anglaise, est en bois de teak comme l'affût.

Aucun des affûts de campagne, précédemment décrits, ne donne un très-grand champ de tir vertical.

MITRAILLEUSES.
(Pl. XI, fig. 4 à 10.)

Les deux mitrailleuses exposées par Sir Armstrong sont du système Gatling. L'une, qui a le même calibre que le fusil Martini-Henry, 11^{mm},4, est du modèle fourni par les ateliers d'Elswick au département de la guerre en Angleterre ; l'autre, du calibre de 16^{mm},5, est du modèle livré au département de la marine. Toutes deux sont à 10 canons.

Nous n'entrerons pas dans le détail du mécanisme Gatling, qui est connu ; nous signalerons seulement les deux modifications récemment apportées aux mitrailleuses de ce système, l'une relative à la mise en place des cartouches, l'autre consistant en un appareil de dispersion automatique.

Le guide-cartouches est recouvert d'un couvercle, relié

à charnière avec l'un des côtés du cadre en fer qui porte les canons, et fixé sur l'autre à l'aide d'une clavette, *a* (fig. 5); ce couvercle présente une surface plane, horizontale, sur laquelle doit venir se placer un tambour, T (fig. 4), chargé de cartouches; au milieu de cette surface plane s'élève une cheville-ouvrière, *b*, qui sert d'axe de rotation au tambour; enfin, le couvercle est percé d'une ouverture en forme de trémie qui donne passage aux cartouches sortant du tambour pour tomber dans le guide-cartouches.

Le tambour à cartouches est un cylindre en tôle, divisé en un certain nombre de cases par des cloisons également en tôle, toutes convergentes vers l'axe; c'est dans ces cases que sont placées les cartouches, la balle tournée vers l'intérieur, sur plusieurs couches de hauteur. Le fond du tambour est mobile autour de l'axe et peut se déplacer par rapport au tambour; il est percé d'une ouverture, *o* (fig. 6), pour le passage des cartouches. Lorsque le tambour est chargé, on fait tourner le fond à l'aide d'une manette, de manière que l'ouverture se trouve vis-à-vis de l'intervalle compris entre deux cases, et empêche par conséquent la sortie des cartouches; des dents d'arrêt, fixées sur le pourtour du tambour, indiquent les positions à donner au fond.

Dans le tir, on place le tambour sur la surface plane qui lui est réservée sur le couvercle du guide-cartouches, la cheville-ouvrière engagée dans son logement, l'ouverture *o* correspondant à la trémie; le fond est muni de deux saillies, *s*, qui pénètrent dans deux rainures, *i*, ce qui rend invariable la position de ce fond. Il suffit alors de faire tourner le tambour d'une quantité égale au demi-intervalle des cloisons pour mettre une case à cartouches en correspondance avec l'ouverture et la trémie; les cartouches peuvent tomber dans le guide-cartouches. Dans les mitrailleuses moins récentes, un homme, placé en avant de l'essieu, était chargé de faire tourner le tambour et d'assurer ainsi l'approvisionnement des canons. Dans les modèles actuels, le mouvement intermittent que doit recevoir

le tambour lui est communiqué automatiquement au moyen d'une transmission par l'arbre moteur qui fait tourner les canons.

Au cadre de fer qui porte les canons est fixé un support en fonte (fig. 8), assemblé au moyen d'une cheville-ouvrière, *f*, à un arbre à tourillons, *e*, dont les extrémités sont engagées dans les encastrements de tourillons de l'affût. Le cadre et les canons peuvent tourner autour de la cheville-ouvrière, l'arbre à tourillons est relié à une semelle métallique, sur laquelle est appuyée la culasse; cette semelle est assemblée par sa partie postérieure avec un arc denté, que l'on peut mettre en mouvement à l'aide d'une roue à manivelle fixée sur le côté gauche de l'affût. On peut ainsi déplacer la semelle de pointage autour de ses tourillons et donner aux canons le pointage en hauteur.

L'appareil de dispersion automatique présente les dispositions suivantes : La culasse porte sur sa face inférieure un pied en bronze, *p* (fig. 9), qui peut glisser sur un arc métallique fixé à la semelle de pointage; cet arc a pour centre la cheville-ouvrière, *f*. L'arbre moteur se prolonge sur le côté gauche de la culasse et se termine par une vis, A, d'une construction particulière, destinée à transformer le mouvement circulaire continu de l'arbre, en un mouvement rectiligne alternatif.

Cette vis présente un double filetage organisé de la manière suivante : Imaginons qu'on enroule sur un arbre cylindrique deux filets de vis carrés, de même pas, mais de sens inverse, et qu'on abatte toutes les portions de filet qui ne se coupent pas (fig. 10); il restera des onglets héliçoïdaux, dont les deux flancs sont inclinés en sens inverse sur l'axe. A ses deux extrémités, la vis A est terminée par des embases présentant intérieurement des demi-onglets héliçoïdaux semblables à ceux de la vis; une fourche, F, dont la tige est reliée à la semelle de pointage, et qui peut tourner autour de son axe, engrène avec la vis A. Supposons que l'on fasse tourner cette vis, elle tendra à pousser

la fourche F dans une direction latérale ; si, par exemple, celle-ci est en contact avec les flancs gauches de deux des onglets héliçoïdaux, la rotation de la vis poussera la fourche vers la gauche, jusqu'à ce qu'elle rencontre l'embase *m* ; à ce moment, la fourche tournera sur elle-même, s'inclinera en sens inverse sur l'axe de la vis et prendra un mouvement rétrograde, jusqu'à ce qu'elle rencontre l'embase de droite, et ainsi de suite. En réalité, ce n'est pas la fourche qui se déplace sur la vis, mais celle-ci qui se déplace relativement à la fourche, car cette dernière est reliée à la semelle de pointage qui est fixe, tandis que la vis est solidaire du cadre qui porte les canons, et entraîne ceux-ci dans son mouvement latéral. L'embase *m* peut prendre différentes positions sur la vis, de manière qu'on puisse régler à volonté l'étendue de la dispersion. La fourche F, maintenue par une vis de pression, peut être abaissée et complétement désembrayée ; il n'y a plus, dans ce cas, d'autre dispersion que celle que prennent naturellement les balles.

Bien que la mitrailleuse de $11^{m},4$ ait le même calibre que le fusil Martini-Henry, elle ne tire pas la cartouche de ce fusil ; la forme tronconique de celle-ci ne se prêterait pas à une bonne disposition dans le tambour d'alimentation. Les deux cartouches ne diffèrent d'ailleurs que par la forme de la douille ; pour toutes deux, la balle en plomb durci pèse $31^{gr},1$, et la charge est de $5^{gr},5$. Le tambour porte-cartouches est divisé en 16 cases et contient 240 cartouches, soit 15 dans chaque case : ces 240 cartouches peuvent être tirées en une minute.

La mitrailleuse de $16^{mm},5$ tire une balle de $96^{gr},6$, la charge est de $19^{gr},4$; la cartouche complète pèse 170 gr. Le tambour est divisé en 10 cases et contient 150 cartouches, soit 15 par case.

La portée utile de ces mitrailleuses est d'environ 1 200 mètres pour celle de petit calibre, et 1 800 pour celle de grand calibre.

Les affûts des mitrailleuses exposées se composent de deux flasques longs, en tôle, dont les bords sont renforcés par des cornières fixées en dedans des flasques. Leurs formes générales sont celles des affûts de campagne réglementaires en Angleterre. Sur l'essieu sont deux coffrets, dont chacun peut contenir un tambour à cartouches; entre les deux flasques, en arrière de l'appareil de pointage, est fixé un troisième coffret, qui contient des armements divers et des outils pour démonter les mécanismes. L'avant-train est formé de deux armons en fer, qui supportent un coffre assez bas, recouvert de toile, et contenant 4 tambours chargés.

Pour le calibre de $16^{mm},5$, l'affût pèse 385 kil.; avec la mitrailleuse, 710 kil.; le tambour d'alimentation pèse, vide, 19 kil., et chargé, 44 kil.

Pour le calibre de $11^{mm},5$, l'affût pèse 290 kil.; avec la mitrailleuse, 455 kil.; l'avant-train pèse 265 kil.; le poids de la pièce complète, avec 6 tambours chargés, est d'environ 800 kil.

MODÈLES DIVERS.

L'exposition de Sir W. Armstrong comprend en outre un canon d'embarcation, du calibre de 66^{mm}, lançant un projectile de 2 $^1/_2$ livres ($1^k,134$), et un certain nombre de petits modèles des canons Armstrong et de Woolwich de gros calibre, ainsi qu'un affût Moncrieff pour canon de 9 pouces. Ces petits modèles ne se distinguent que par la précision du travail et le fini de l'exécution; nous ne nous y arrêterons pas davantage.

MUNITIONS.

Pour tous les canons, les charges de poudre sont renfermées dans des sachets en serge rouge, renforcés par de larges piqûres en fort cordonnet: les charges destinées aux pièces de gros calibre sont conservées dans des caisses à poudre en laiton, dont les formes générales sont les mêmes que dans les caisses de la marine française. Les

poudres sont, suivant les cas, celles adoptées pour le service de l'artillerie anglaise.

Quant aux projectiles, ils sont armés de fusées de divers modèles ; une vitrine spéciale renferme en outre la collection de ces fusées, comprenant les modèles réglementaires en Angleterre, pour l'artillerie de campagne et pour l'artillerie de marine, tant en fusées fusantes qu'en fusées percutantes [1].

EFFETS DU TIR DU CANON DE 12 PO.

Bien que le canon de 12 po. (305^{mm},8), de 35 tonnes, ne figure pas dans l'exposition de Sir Armstrong, un tableau de grandeur naturelle représente les résultats obtenus avec cette bouche à feu et les obus Palliser en fonte durcie. La muraille prise pour but avait une épaisseur totale de 33 $^1/_2$ po. (851^{mm}) dont 18 $^1/_2$ po. (470^{mm}) de fer. Elle était composée de la manière suivante (fig. 11) :

Une première plaque de fer d'une épaisseur de	4 po.	(101^{mm},6)
Une seconde plaque de fer d'une épaisseur de	8	(203 ,2)
Une première muraille en bois.	6	(152 ,4)
Une troisième plaque de fer	5	(127 ,0)
Une seconde muraille en bois	6	(152 ,4)
Une quatrième plaque de fer, formée de deux feuilles égales, superposées, d'une épaisseur totale de.	1 $^1/_2$ po.	(38 ,2)
Enfin la première plaque en fer était séparée de la seconde par des tasseaux en bois, laissant entre elles un vide de	3 po.	(76 ,2)

Les conditions du tir étaient les suivantes :

Canon de 12 po. (304^{mm},8), de 35 tonnes ; obus Palliser de 700 liv. (317^k,5) ; charge de 110 liv. (49^k,9) de poudre R. L. G. ; distance du but 70 yards (64 mètres). La mu-

[1] Voir *Revue d'artillerie*, février 1873, p. 356.

raille a été entièrement traversée, le culot de l'obus s'arrêtant au niveau de la face antérieure de la troisième plaque ; la tête seule de l'obus s'est détachée par une cassure nette à la naissance de l'ogive.

ÉLÉMENTS DIVERS.

Outre les canons et affûts entièrement terminés, l'exposition d'Armstrong renferme, à divers états de fabrication, les principaux éléments qui entrent dans la construction de son matériel : les plus importants sont des *frettes en fer forgé* pour canons de gros calibre, confectionnées d'après le système dit *à rubans*. L'une d'elles, préparée seulement pour la soudure, comprend 9 spires d'une lame de fer large de 130^{mm} et épaisse de 175^{mm} ; l'autre, entièrement soudée, tournée et finie, atteint 855^{mm} de diamètre et 930^{mm} de longueur.

On comprend aisément quel puissant outillage nécessite la soudure de blocs semblables ; la soudure est parfaitement exécutée ; sur la frette soudée et tournée, toute trace de joints a disparu. Sans doute des frettes construites dans ces conditions présentent des garanties de sécurité suffisantes, le métal se trouvant disposé d'une façon très-favorable à sa résistance ; mais, dans une fabrication en grand, il est peu probable qu'on arrive toujours à une telle perfection dans les produits, et d'autre part il semble acquis aujourd'hui que les frettes en fer forgé doivent être, pour les canons en acier, remplacées par des frettes également en acier, soit fondu, soit à rubans soudés ; dans ce dernier cas, la fabrication diffère notamment du procédé d'Armstrong, la frette étant le plus souvent formée par l'enroulement d'une trousse de barreaux d'acier de petit échantillon, à cause des difficultés que présente la soudure de l'acier sous grandes masses.

PLAQUES DE BLINDAGE.

Le pavillon où sont réunies les bouches à feu de Sir W.

Armstrong, renferme quelques plaques de blindage, les unes neuves, les autres ayant servi à des tirs d'essai.

Les usines de Cammell, de Sheffield, exposent deux portions de paroi de tourelle; l'une d'elles est destinée au navire cuirassé *Custozza* de la marine autrichienne; sa longueur est de 6 mètres environ, sur une hauteur de $1^{m},20$, et une épaisseur de 173^{mm}. L'autre, destinée au navire allemand *Borussia* et percée de deux sabords, sert d'abri au canon en fonte de $6^{po},3$ transformé et au canon de 7 po., qui sont en batterie derrière elle. Ses dimensions sont les suivantes :

Longueur.	20 pieds ($6^{m},100$)
Hauteur.	7 pieds ($2^{m},134$)
Épaisseur.	10 pouces ($0^{m},254$)
Poids	500 cwt. (25 400 kil.)

Les sabords ont environ $0^{m},50$ de large sur 1 mètre de hauteur. C'est la plus grande plaque de fer laminé qui ait été fabriquée jusqu'à ce jour.

Une portion de plaque ayant subi un tir d'essai est exposée par les mêmes usines. La plaque soumise aux expériences avait 12 po. (305^{mm}) d'épaisseur, sur 4 pieds ($1^{m},22$) de hauteur et 11 pieds 2 po. ($3^{m},41$) de longueur; le 12 août 1871, à Portsmouth, on a tiré contre elle, à la distance de 30 pieds ($9^{m},14$), 12 projectiles pleins de 7 po., en fonte durcie, du poids de 52 kil., avec la charge de 22 liv. ($9^{k},980$). La portion de plaque exposée ($0^{m},80$ de hauteur sur 1 mètre de longueur) a reçu 4 projectiles, aucun d'eux ne l'a percée; ils s'y sont enfoncés de $9^{po},125$ ($0^{m},23$) au maximum, en produisant sur la face postérieure un léger refoulement.

L'usine Brown, de Sheffield, expose deux plaques ayant subi des épreuves de tir; la première, épaisse de 8 po. (203^{mm}), sur 6 pieds ($1^{m},83$) de hauteur et 7 pieds ($2^{m},13$) de longueur, a été soumise au tir de boulets sphériques de 94 liv. (43 kil.), lancés par le canon lisse de 9 po. à la charge de 25 livr. ($11^{k},3$); la distance de tir était de 30

pieds (9^m,14). La plaque a reçu 8 boulets, qui n'y ont marqué qu'une faible empreinte; la plus grande pénétration n'a été que de 1 $^1/_2$ po. (38^{mm}). La seconde plaque a 9 pouces (229^{mm}) d'épaisseur, 3 pieds 2 po. (965^{mm}) de longueur et 3 pieds 1 po. (940^{mm}) de hauteur; elle a subi le tir du canon de 7 po., lançant des projectiles pleins de 52 kil., en fonte durcie, avec la charge de 22 liv. (9^k,98), à la distance de 9 mètres; la plaque a reçu 5 projectiles qui s'y sont enfoncés de 0^m,19 au maximum; la face postérieure est refoulée et légèrement fendue.

A. JOUART, P. HUTER, } *capitaines d'artillerie.*

SUR L'ÉTABLISSEMENT ET L'USAGE
DES TABLES DE TIR.

(*Fin.*)

§ 25. — *Équation de la projection verticale de la trajectoire.* Considérons, en projection sur le plan de tir, le projectile π qui parcourt la courbe OMA (fig. 8), ou (P, φ), et simultanément une infinité d'autres projectiles π_x parcourant les diverses courbes (x, φ_x), où x est une variable pouvant prendre toutes les valeurs, depuis 0 jusqu'aux limites de la table. Les trajectoires étant fort tendues et les vitesses initiales étant les mêmes, nous pouvons admettre que ces divers projectiles s'avancent en restant toujours sur une même ligne verticale, c'est-à-dire que, lorsque le projectile π est en M avec les coordonnées x, y, le projectile π_x est en B avec les coordonnées x, 0. On a donc (§ 21) les deux équations simultanées

$$y = x\operatorname{tg}\varphi - \frac{gx^2}{2V^2\cos^2\varphi}f(x), \qquad 0 = x\operatorname{tg}\varphi_x - \frac{gx^2}{2V^2\cos^2\varphi_x}f(x) \;;$$

en portant dans la première la valeur $\frac{gx^2}{2V^2}f(x) = x\operatorname{tg}\varphi_x\cos^2\varphi_x$ tirée de la seconde, on élimine la fonction inconnue f, et il vient

$$y = x\operatorname{tg}\varphi - x\operatorname{tg}\varphi_x\frac{\cos^2\varphi_x}{\cos^2\varphi}, \tag{16}$$

qu'on peut encore écrire

$$y = \frac{x}{2\cos^2\varphi}(\sin 2\varphi - \sin 2\varphi_x) : \tag{16'}$$

c'est *l'équation de la projection verticale de la trajectoire.*

On pourra construire cette courbe par points, en remplaçant successivement x et φ_x par les couples de valeurs lus dans la table de tir, depuis 0 jusqu'à P : celles venant ensuite donneraient le prolongement de la trajectoire au-

dessous de l'horizon, et il suffira d'en prendre une ou deux pour bien caractériser la courbe dans le voisinage du point de chute. En faisant ce travail pour les diverses portées P, dont nous supposerons, par exemple, l'espacement w' égal à 100 mètres, on en représentera le résultat par un tableau ayant la forme suivante, et qu'on peut appeler le *tableau triangulaire des trajectoires.*

ABSCISSES.	Ordonnées successives de la trajectoire dans le tir aux distances de							
	100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	etc.
0m	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	y	y	y	y	y	y	y
200	$-y$	0	y	y	y	y	y	y
300		$-y$	0	y	y	y	y	y
400			$-y$	0	y	y	y	y
500				$-y$	0	y	y	y
600					$-y$	0	y	y
etc.							etc.	etc.

Un pareil tableau, accompagnant la table de tir, fournirait, dans bien des cas, d'utiles renseignements.

Si on considère spécialement le cas des armes portatives, l'équation (16), déjà si simple, se simplifie encore. Elle peut en effet s'écrire

$$y = x(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi_x) + x\frac{\sin^3\varphi_x}{\cos^2\varphi_x\cos^2\varphi}\ ; \qquad (16'')$$

or, dans le cas dont il s'agit, le premier facteur du second terme ne dépasse guère 1000 mètres, et le second est de l'ordre du cube de l'angle de projection, toujours très-petit; on peut donc supprimer ce terme et poser

$$y = x(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi_x)\ . \qquad (17)$$

En appelant

H la hausse qui correspond à la distance considérée P,

h_x celle qui correspond à une autre distance quelconque x,

L la longueur de la ligne de mire,

R la distance du zéro de la hausse à l'axe du canon,

r celle du sommet du guidon,
on a, par la formule (1, § 20),

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{H + R - r}{L}, \quad \operatorname{tg}\varphi_x = \frac{h_x + R - r}{L},$$

et l'équation (17) s'écrit

$$y = \frac{x}{L}(H - h_x) . \tag{17'}$$

§ 26. — *Point culminant.* L'équation (16') donne, pour l'inclinaison de la trajectoire au point (x, y),

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{1}{2\cos^2\varphi}\left(\sin 2\varphi - \sin 2\varphi_x - 2x\cos 2\varphi_x \frac{d\varphi_x}{dx}\right);$$

en appelant ω_x l'angle de chute qui correspond à l'angle de projection φ_x et à la portée x, on a, par une formule du § 21,

$$\operatorname{tg}\omega_x = x \cdot \frac{d\varphi_x}{dx} \cdot \frac{\cos 2\varphi_x}{\cos^2\varphi_x},$$

ce qui permet d'écrire ainsi cette équation :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{2\cos^2\varphi}(\sin 2\varphi - \sin 2\varphi_x - 2\cos^2\varphi_x \operatorname{tg}\omega_x) . \tag{18}$$

Pour avoir le *point culminant*, il faut poser

$$\sin 2\varphi = \sin 2\varphi_x + 2\cos^2\varphi_x \operatorname{tg}\omega_x . \tag{19}$$

Dans le cas (armes portatives) où les angles φ et ω sont assez petits pour qu'on puisse les confondre avec leurs sinus et leurs tangentes, et remplacer leurs cosinus par l'unité, cette équation se réduit à

$$\varphi = \varphi_x + \omega_x, \tag{19'}$$

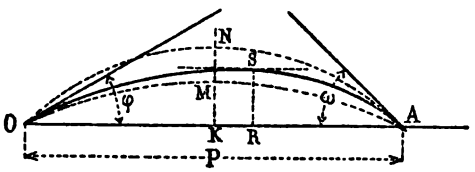
et on la résoudra en cherchant dans la table de tir la *ligne* (x) où le nombre lu dans la colonne intitulée : *angles de projection*, et celui lu dans la colonne intitulée : *angles de chute*, ont une somme égale à φ : la ligne idéale dont il s'agit tombera entre deux lignes correspondant à deux

multiples successifs de la raison, et sa place exacte s'obtiendra, soit par un tracé graphique, soit par une règle de fausse position.

Dans le cas général, on déterminera l'abscisse x du sommet, ou bien en résolvant l'équation (19) par la méthode des essais successifs, pour laquelle (18') fournira une première approximation, ou bien au moyen du tableau triangulaire des trajectoires.

La hauteur maximum Y s'obtiendra en substituant dans (16) l'abscisse x ainsi trouvée. On peut aussi l'avoir direc-

Fig. 10.



tement de la manière suivante, très-simple et suffisamment approchée. Construisons sur la portée P deux paraboles OMA, ONA ayant pour inclinaison initiale et finale, l'une φ, l'autre ω. Comme la sous-tangente dans la parabole est double de l'abscisse, leurs hauteurs maxima seront respectivement

$$MK = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{2} tg\varphi = \frac{P}{4} tg\varphi, \qquad NK = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{2} tg\omega = \frac{P}{4} tg\omega.$$

Or, la trajectoire réelle OSA est comprise entre les deux paraboles, tangente à l'une au début et à l'autre à la fin; on peut donc considérer son ordonnée maximum $Y = RS$, soit comme la moyenne arithmétique de celles des deux paraboles :

$$Y = \frac{P}{8} (tg\varphi + tg\omega), \tag{20}$$

soit, si on opère par logarithmes, comme leur moyenne géométrique :

$$Y = \frac{P}{4}\sqrt{\operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\omega}\,. \qquad (20')$$

§ 27. — *Justesse du tir.* Suivant que le but est horizontal ou vertical, la probabilité de l'atteindre est déterminée par l'écart probable en direction r_d, combiné avec l'écart probable en portée r_p, ou avec l'écart probable en hauteur r_h. On passe de l'un à l'autre de ces deux derniers nombres par les formules

$$r_h = r_p \operatorname{tg}\omega, \qquad r_p = r_h \operatorname{cotg}\omega \qquad (21)$$

si la portée P est assez grande, et

$$r_h = r_p \operatorname{tg}\omega\left(1 - \frac{r_p}{P}\right), \quad r_p = \frac{r_h \operatorname{cotg}\omega}{1 + \sqrt{1 - \frac{2}{P} r_h \operatorname{cotg}\omega}} \qquad (21')$$

si elle est trop petite pour qu'on puisse négliger en présence de l'unité le quotient de $r_h \operatorname{cotg}\omega$ par P. Ces deux formules ne sont pas autre chose que la formule (8) du § 22.

Pour simplifier, nous désignerons par r l'un ou l'autre des deux nombres r_p, r_h, et par r' le nombre r_d.

La probabilité π d'atteindre en un coup un rectangle vertical (ou horizontal) ayant une hauteur (ou longueur) égale à L, et une largeur égale à L', est

$$\pi = \theta\left(\rho \cdot \frac{L}{r}\right) \times \theta\left(\rho \cdot \frac{L'}{r'}\right),$$

où θ désigne la fonction définie § 3. et ρ la fraction 0,4769... Cette formule servira à compléter la table de tir par une dernière colonne pour laquelle on prendra les données suivantes. S'il s'agit d'une bouche à feu de campagne, on calculera la probabilité d'atteindre aux diverses distances une cible de 2 mètres de haut et de largeur indéfinie ($L = 2^m$, $L' = \infty$), ce qui peut être censé représenter un front de bataillon. S'il s'agit d'une bouche à feu de siége, on supposera un rectangle vertical de 1 mètre de haut sur

3 mètres de large, répondant à l'ouverture extérieure d'une embrasure ordinaire.

Au lieu d'inscrire dans les colonnes la probabilité π, on peut inscrire le produit $1\,000 \times \pi$, et alors ce sera le *nombre probable de coups bons sur 1 000.*

En vue de faciliter ces calculs, nous donnons, pour les deux fonctions

$$1\,000 \,.\, \theta\left(\rho \frac{L}{r}\right) \text{ et } 1\,000 \,.\, \theta\left(\rho \frac{L}{r}\right) . \theta\left(\rho \frac{L'}{r'}\right),$$

deux tableaux où les rapports $\frac{L}{r} = q$ et $\frac{L'}{r'} = q'$ sont pris pour arguments.

Table donnant, pour 1000 *coups, le nombre probable de* N *ceux qui seront renfermés dans une bande de largeur indéfinie, limitée en hauteur par deux lignes horizontales situées, au-dessus et dessous du point moyen, à une distance de ce point égale à q fois l'écart probable en hauteur.*

q	N	q	N	q	N	q	N	q	N	q	N	q	N
0,00	0,0	0,65	338,9	1,25	600,8	1,90	800,0	2,50	908,2	3,10	963,5	4,00	993,0
0,05	26,9	0,70	363,2	1,30	619,4	1,95	811,6	2,55	914,6	3,15	966,4	4,10	994,3
0,10	53,8	0,75	387,0	1,35	637,5	»	»	2,60	920,5	3,20	969,1	4,20	995,4
0,15	80,6	0,80	410,5	1,40	655,0	2,00	822,7	2,65	926,1	3,25	971,6	4,30	996,3
0,20	107,3	0,85	433,6	1,45	671,9	2,05	833,2	2,70	931,4	3,30	974,0	4,40	997,0
0,25	133,9	0,90	456,2	1,50	688,3	2,10	843,3	2,75	936,4	3,35	976,1	4,50	997,6
0,30	160,3	0,95	478,2	1,55	704,2	2,15	853,0	2,80	941,0	3,40	978,2	4,60	998,1
0,35	186,6	»	»	1,60	719,5	2,20	862,2	2,85	945,4	»	»	4,70	998,5
0,40	212,7	1,00	500,0	1,65	734,2	2,25	870,9	2,90	949,5	3,50	981,3	4,80	998,8
0,45	238,5	1,05	521,2	1,70	748,5	2,30	879,2	2,95	953,4	3,60	984,3	4,90	999,0
0,50	264,1	1,10	541,9	1,75	762,1	2,35	887,0	»	»	3,70	987,4	5,00	999,3
0,55	289,3	1,15	562,0	1,80	775,3	2,40	894,5	3,00	957,0	3,80	989,6	....	....
0,60	314,3	1,20	581,7	1,85	787,9	2,45	901,6	3,05	960,3	3,90	991,5	∞	1000

Table pythagorique donnant, pour 1000 *coups, le nombre probable de ceux qui seront renfermés dans un rectangle ayant son centre au point moyen, sa demi-hauteur (ou longueur) égale à q fois l'écart probable en hauteur (ou en portée), et*

sa demi-largeur égale à q' fois l'écart probable en direction. (q et q' se lisent en tête des colonnes et au commencement des lignes.)

	0,25	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	....	∞
0,25	17,9	35,4	66,9	92,2	110,2	121,6	128,1	131,5	133,0	133,6	133,8	....	133,9
0,50	35,4	69,7	132,0	181,8	217,3	239,9	252,7	259,3	262,2	263,5	263,9	....	264,1
1,00	66,9	132,0	250,0	344,1	411,3	454,1	478,5	490.9	496,5	498,8	499,7	....	500,0
1,50	92,2	181,8	344,1	473,8	566,3	625,1	658,7	675,8	683,5	686,6	687,8	....	688,3
2,00	110,2	217,3	411,3	566,3	676,8	747,2	787,3	807,7	816,9	820,7	822,1	....	822,7
2,50	121,6	239,9	454,1	625,1	747,2	824,8	869,1	891,7	901,8	906,0	907,6	....	908,2
3,00	128,1	252,7	478,5	658,7	787,3	869,1	915,8	939,6	950,3	954,7	956,3	....	957,0
3,50	131,5	259,3	490,9	675,8	807,7	891,7	939,6	963,9	974,9	979,4	981,1	....	981,8
4,00	133,0	262,2	496,5	683,5	816,9	901,8	950,3	974,9	986,0	990,6	992,3	....	993,0
4,50	133,6	263,5	498,8	686,6	820,7	906,0	954,7	979,4	990,6	995,2	996,9	....	997,6
5,00	133,8	263,9	499,7	687,8	822,1	907,6	956,3	981,4	992,3	996,9	998,6	....	999,3
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
∞	133,9	264,1	500,0	688,3	822,7	908,2	957,0	981,8	993,0	997,6	999,3	....	1000

§ 28. — *Résistance de l'air.* Montrons enfin comment, avec une table de tir ainsi construite empiriquement, on peut arriver à résoudre la question qui sert de fondement à la balistique théorique, savoir la relation entre la résistance de l'air et la vitesse.

Fig. 11.

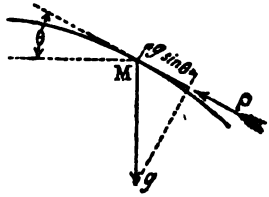
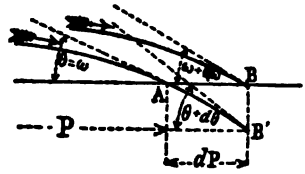


Fig. 12.



En appelant ρ la résistance tangentielle rapportée à l'unité de masse, l'accélération du mouvement est (voy. fig. 11)

$$g \sin \theta - \rho = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = u \frac{dv}{dx}.$$

Si on admet qu'après avoir dépassé le plan horizontal de

comparaison, et être arrivé (fig. 12) au point B′ dont l'abscisse x est $P + dP$, le projectile y possède une vitesse égale à celle avec laquelle arrive à son point de chute B un autre projectile lancé de manière à avoir la portée $P + dP$, on peut écrire, pour la valeur de ρ au point A,

$$\rho = g \sin\omega - u\frac{dv}{dP}, \tag{22}$$

en convenant que u et v représenteront les *vitesses d'arrivée* horizontale et tangentielle. La dérivée $\frac{dv}{dP}$, qui détruit le signe — parce qu'elle est essentiellement négative, se calculera au moyen de la colonne des vitesses et de ses différences.

Les valeurs de ρ ainsi obtenues pourront être inscrites dans une colonne spéciale qui, rapprochée de celle des vitesses, donnera un certain nombre de couples

$$(v_n, \rho_n)$$

au moyen desquels on reliera les deux variables par une formule d'interpolation (§§ 9 et suivants).

Si on a fait pour les durées une compensation *indépendante*, comme il est dit à la fin du § 24, on devra les faire intervenir dans le calcul de la résistance, et cela de la manière suivante. On a $v = \frac{u}{\cos\theta}$ et si on pose $\zeta = \frac{\cos\theta}{u}$ $= \cos\theta\frac{dt}{dx}$, il vient d'abord, en se rappelant la formule (10, § 23) :

$$\frac{d\zeta}{dx} = \frac{d^2t}{dx^2}.\cos\theta - \frac{dt}{dx}.\frac{d\theta}{dx}.\sin\theta = \frac{d^2t}{dx^2}.\cos\theta - \frac{g}{v^2}.\frac{dt}{dx}.\sin\theta,$$

et ensuite

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d\zeta^{-1}}{dt} = -\zeta^{-2}.\frac{d\zeta}{dx}.\frac{dx}{dt} = -u.\zeta^{-2}.\frac{d\zeta}{dx} = -\frac{u^2}{\cos^2\theta}.\frac{d\zeta}{dx}$$

$$= -\frac{u^2}{\cos\theta}.\frac{d^2t}{dx^2} + gu.\frac{dt}{dx}.\sin\theta.$$

On a donc

$$\rho = g\sin\theta - \frac{dv}{dt} = \frac{u^3}{\cos\theta}\cdot\frac{d^2t}{dx^2} + g\sin\theta\left(1 - u\frac{dt}{dx}\right),$$

et, en considérant le point dont les coordonnées sont $x = \mathrm{P}$, $y = o$,

$$\rho = \frac{u^3}{\cos\omega}\cdot\frac{d^2t}{d\mathrm{P}^2} + g\sin\omega\left(1 - u\frac{dt}{d\mathrm{P}}\right). \quad (23)$$

Telle est la formule au moyen de laquelle on obtiendra l'intensité de la résistance de l'air aux points d'arrivée situés successivement à 100, 200, 300... mètres. L'angle de chute ω et la vitesse u se lisent dans leurs colonnes respectives de la table de tir (§§ 21 et 23); les dérivées $\frac{dt}{d\mathrm{P}}, \frac{d^2t}{d\mathrm{P}^2}$ ont pour valeurs (§ 17)

$$\frac{dt}{d\mathrm{P}} = \frac{1}{w}\left(\beta - \frac{\delta}{6}\right), \qquad \frac{d^2t}{d\mathrm{P}^2} = \frac{1}{w^2}\left(c - \frac{e}{12}\right),$$

où w désigne toujours la raison de la table, c et e les différences seconde et quatrième formées au moyen de la colonne des durées, et β, δ les moyennes des différences première et troisième.

Si les différences secondes ont une valeur constante c, on a $\delta = o$, $e = o$, et

$$\rho = \frac{c}{w^2}\cdot\frac{u^3}{\cos\omega} + g\sin\omega\left(1 - \frac{\beta}{w}u\right), \quad (24)$$

valeur qui, à cause de la petitesse de ω, est très-sensiblement égale à

$$\rho = \frac{c}{w^2}\cdot v^3; \quad (24')$$

donc *la résistance de l'air est alors proportionnelle au cube de la vitesse, et* $\frac{w^2}{c}$ *est le coefficient balistique.*

Si les différences secondes des durées ne sont pas constantes, on posera

$$\rho = v^3(A_0 + A_1 v + A_2 v^2 + \ldots), \qquad (25)$$

et le calcul des coefficients A_0, A_1, $A_2 \ldots$ se fera, comme il a été dit § 9, au moyen des couples de valeurs

$$(v_1, \rho_1), \quad (v_2, \rho_2), \quad \ldots (v_i, \rho_i) \ldots \text{ etc.},$$

fournis d'un côté par la formule (13) et de l'autre par la formule (23); le facteur v^3 de l'expression (25) correspond à la fonction générale désignée, § 9, par $f(X)$.

V. RÉSUMÉ ET OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES.

§. 29. — Lorsqu'on a à étudier les propriétés balistiques d'une bouche à feu nouvelle, la charge étant supposée fixée, il faut tirer successivement sous différents angles et multiplier les coups autant que possible, afin de pouvoir *compenser* les nombreuses causes d'irrégularité qui proviennent, soit de la bouche à feu elle-même, soit des projectiles, soit de la poudre, soit des servants, soit de l'atmosphère. Pour obtenir ce grand nombre de coups, on peut, ou faire varier l'angle très-lentement en tirant un seul coup à chaque fois, ou restreindre beaucoup le nombre des angles, mais tirer pour chacun d'eux un assez grand nombre de coups. Employé judicieusement, le second moyen est préférable au point de vue de l'exactitude du résultat final, et surtout au point de vue de la facilité du travail. En effet, on peut réunir en une seule valeur moyenne toutes les valeurs d'un même élément qui correspondent à un angle déterminé, puis on n'aura plus à considérer que cette série de valeurs moyennes, à la condition d'attacher à chacune d'elles un certain *poids*, dépendant du nombre des valeurs qu'elle remplace et de l'intensité variable des causes d'irrégularité. On a vu,

§§ 6 et 7 (voir aussi l'*erratum*), comment ces poids se déterminent et comment on en tient compte.

Après avoir fait subir aux valeurs moyennes les corrections indiquées par une étude raisonnée des circonstances qui ont accompagné les tirs, et acquis une très-grande probabilité qu'elles ne sont plus entachées que d'erreurs *accidentelles*, on devra les améliorer en les remplaçant par une autre série de valeurs qui en diffèrent le moins possible, mais satisfassent à la condition de *continuité*. Alors l'angle de projection φ et la portée P auront été reliés l'un à l'autre par une *formule d'interpolation* que nous avons prise sous la forme

$$\sin 2\varphi = f(P) . \{ L_0 + L_1 \lambda_1(P) + L_2 \lambda_2(P) + \ldots \}, \quad (1)$$

où L_0, L_1, L_2.... désignent des valeurs numériques, λ_1, λ_2... des polynomes qui ont pour expression générale

$$\lambda_n(P) = \alpha_n + \beta_n P + \gamma_n P^2 + \ldots . + P^n ,$$

c'est-à-dire sont respectivement du premier, du second, du troisième.... degré en P, et enfin $f(P)$ telle fonction qu'on aura voulu se donner *à priori*, par exemple

$$f(P) = P , \quad \text{ou} \quad f(P) = \frac{gP}{2V^2} \ldots \text{etc.}$$

Cette forme, qu'il est bien facile, si on le veut, de ramener ensuite à la forme classique

$$\sin 2\varphi = f(P) . \{ A_0 + A_1 P + A_2 P^2 + \ldots \} , \quad (2)$$

jouit de la propriété que ses termes se forment de proche en proche les uns au moyen des autres et que, quel que soit celui auquel on s'arrête, la condition qui sert de base à la méthode des moindres carrés (§ 6) est toujours satisfaite. Nous avons dit, § 11, comment, au fur et à mesure de l'avancement des calculs, on se rend compte du degré d'exactitude avec lequel sont représentées les valeurs dont on est parti, de sorte qu'on verra à quel moment il faut

s'arrêter suivant qu'on veut cette exactitude plus ou moins grande. Il est peut-être inutile d'ajouter que si l'écart entre la formule et les observations allait en croissant ou diminuait trop lentement, ce serait la preuve que la première est impropre à représenter les secondes, et on devrait chercher une autre forme.

Tenir compte des poids respectifs des valeurs proposées, — donner une mesure de l'approximation avec laquelle la formule les représente, — permettre de pousser cette approximation aussi loin qu'on voudra, et cela avec le minimum de travail, — conduire à des calculs qu'on peut disposer à l'avance en tableaux synoptiques et faire exécuter par des aides, — enfin satisfaire toujours à la condition formulée par Legendre, Laplace, Gauss.... pour les problèmes de ce genre, tels sont les avantages de la méthode que nous avons indiquée.

Elle serait assez laborieuse, 1° si on voulait former un grand nombre de termes, par exemple aller au delà du terme $A_3 P^3$ de l'expression (2); 2° si le nombre des valeurs qu'il s'agit de compenser était très-grand. Il est à croire que le premier cas ne s'imposera jamais, car l'expérience montre que la formule (2), appliquée au problème qui nous occupe, est très-convergente. On en peut dire autant du second cas si les conditions sont toujours celles que nous avons supposées plus haut, mais il peut se présenter dans certaines circonstances : on aurait, par exemple, exécuté simultanément ou successivement, dans plusieurs polygones, des expériences avec diverses bouches à feu d'un même modèle, et il s'agirait de combiner ensemble tous les résultats de manière à construire une table de tir ayant, non plus pour une bouche à feu individuelle, mais pour l'*ensemble de l'armement*, le minimum d'erreur totale. Il est clair que si les diverses commissions ne se sont pas entendues pour tirer avec les mêmes angles, on se trouvera en présence d'un nombre considérable de données, et alors le calcul des sommes

$$\Sigma g_i u_i^2, \quad \Sigma g_i u_i^2 x_i, \quad \Sigma g_i u_i^2 x_i^2, \quad \Sigma g_i u_i^2 x_i^3 \ldots\ldots$$
$$\Sigma g_i y_i^2, \quad \Sigma g_i u_i y_i, \quad \Sigma g_i u_i y_i x_i, \quad \Sigma g_i u_i y_i x_i^2 \ldots\ldots$$

(voir § 10 ou § 12) sera fort long.

En ce cas, chaque commission aura dû faire de son côté une compensation de ses résultats personnels, et en tirer une formule telle que (2). On commencera par rendre ces formules comparables en les corrigeant des influences locales (différences de niveau au-dessus de la mer, vents régnants...., etc.), après quoi les nombres A_0 différeront assez peu les uns des autres, ainsi que les nombres A_1...., etc. On pourra donc prendre la moyenne arithmétique des premiers pour le coefficient A_0 de la formule définitive, celle des seconds pour le cofficient A_1...., etc. Si on voulait opérer rigoureusement, il faudrait ensuite considérer ces moyennes arithmétiques comme n'étant que des valeurs approximatives, et calculer leurs *corrections* x_0, x_1, x_2.... par la méthode des moindres carrés en tenant compte de tous les couples (φ_i, P_i) apportés par les diverses commissions. D'après un théorème dû à Gauss [1], cette manière de faire donne le même résultat que si on avait appliqué de suite à l'ensemble de ces couples les formules des §§ 10 ou 12, mais elle est préférable en ce qu'une première partie du travail est divisée, et que la seconde porte sur des inconnues *très-petites*.

Bien entendu, tout ce que nous venons de dire relativement aux deux variables P, φ subsiste en associant avec la portée P un quelconque des éléments qu'on a pu observer : dérivation, écarts probables...., etc. C'est toujours la portée qui est prise pour variable indépendante (§ 5, 1°), et chacun des autres éléments lui est relié par une formule d'interpolation, au moyen de laquelle on peut calculer sa valeur pour toute portée comprise dans les limites des observations.

---

[1] Gauss, *Méthode des moindres carrés; Mémoires sur la combinaison des observations*, traduits et publiés par J. Bertrand, in-8°. Paris, 1855 (page 93).

§ 30. — Il n'a été question jusqu'ici que du *tir à charge constante*, mais la marche à suivre pour l'établissement d'une *table de tir plongeant* s'en déduit facilement. Une pareille table se compose d'autant de tableaux partiels qu'il y a d'éléments à considérer, et chaque tableau est à double entrée, avec la portée et la charge pour arguments; nous allons considérer spécialement celui qui se rapporte à l'angle de projection φ, tout ce que nous devons en dire s'appliquant à un quelconque des autres éléments.

Après avoir fait, pour une première charge c, la série d'expériences et de calculs que nous avons décrite, on répétera la même chose pour une seconde charge c', puis pour une troisième c''....., etc. On pourra généralement s'en tenir à *trois*, lesquelles seront respectivement, la charge du tir de plein fouet, une charge moyenne et une charge faible. Soient v, v', v'' les vitesses qu'elles impriment respectivement au projectile; nous supposons qu'on connaît ces vitesses, et, en outre, qu'on peut calculer, au moyen d'un tracé graphique, ou d'une formule d'interpolation, ou d'un tableau numérique, la vitesse V correspondante à une charge quelconque C.

Pour chacune des charges, on aura construit une formule telle que (2), et nous désignerons par

$$a_0\,,\ a_1\,,\ a_2\ \ldots\ldots \qquad (c)$$
$$a'_0\,,\ a'_1\,,\ a'_2\ \ldots\ldots \qquad (c')$$
$$a''_0,\ a''_1,\ a''_2\ldots\ldots \qquad (c'')$$

les valeurs de de A_0, A_1, A_2.... qui correspondent respectivement à la première, à la seconde et à la troisième. Chacun de ces coefficients étant considéré comme une fonction de la vitesse initiale V telle que

$$\left.\begin{array}{l} A_0 = V(\alpha_0 + \beta_0 V + \ldots) \\ A_1 = V(\alpha_1 + \beta_1 V + \ldots) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\}, \qquad (9)$$

on remplacera dans ces dernières équations V, A_0, A_1.... successivement par

$$v,\ a_0,\ a_1 \ldots;\quad v',\ a'_0,\ a'_1 \ldots;\quad v'',\ a''_0,\ a''_1;$$

on aura ainsi un certain nombre d'équations du premier degré, et on les résoudra par les formules ordinaires de l'algèbre, si leur nombre est juste égal à celui des inconnues $\alpha_0, \beta_0 \ldots, \alpha_1, \beta_1 \ldots$, ou par la méthode des moindres carrés, s'il est plus grand. Après cela, on pourra, pour une charge quelconque C et une portée quelconque P, calculer A_0, $A_1 \ldots$ d'après (3), puis φ d'après (2); en d'autres termes, on pourra remplir une case quelconque du tableau à double entrée consacré à l'élément φ.

§ 31. — La seconde partie de notre travail, commençant § 15, a pour objet la résolution du problème suivant, qui intéresse, non plus seulement les commissions d'expériences, mais tout officier d'artillerie. On possède une table de tir renfermant, dans la première colonne, des portées également espacées, et, dans une série d'autres colonnes, les valeurs correspondantes des éléments *fondamentaux* (§ 1). Sans avoir de renseignements sur la méthode et les formules qui y ont conduit, comment peut-on, avec une pareille table, calculer divers éléments qui n'y figurent pas, mais qui sont néanmoins déterminés en vertu des valeurs inscrites, et qu'il est nécessaire de connaître, soit pour l'exécution du tir, soit pour l'appréciation de la bouche à feu ?

Avant tout, il faut commencer par vérifier si chacune des colonnes dont se compose la table donnée présente une régularité suffisante. Cette vérification, et les corrections dont elle montrera la nécessité, se font comme il est dit § 13. Alors les éléments qu'on peut calculer sont les suivants :

1° Des valeurs intercalaires, dans le cas où la table procède par intervalles trop grands : § 16;

2° Les hausses verticale et horizontale correspondant à une portée quelconque : § 20;

3° L'angle de chute : § 21;

4° La zone dangereuse : § 22 ;

5° La vitesse d'arrivée horizontale ou tangentielle : § 23; — on pourrait même, si la vitesse initiale V n'était pas donnée, la déduire des $\operatorname{tg}\varphi$ en calculant d'abord, comme il est dit § 18, les différences $\Delta\operatorname{tg}\varphi$, $\Delta^2\operatorname{tg}\varphi$... qui correspondent à la portée $P = 0$, puis, au moyen de ces différences, la dérivée $\frac{d\operatorname{tg}\varphi}{dP}$ d'après (7', § 17), et enfin V par la formule (7', § 23), qui se réduit à $\frac{g}{V^2} = 2\frac{d\operatorname{tg}\varphi}{dP}$;

6° La durée du trajet : § 24;

7° Une ordonnée quelconque de la trajectoire : § 25;

8° Son ordonnée maximum : § 26 ;

9° La probabilité d'atteindre un but donné de grandeur et de position : § 27;

10° Enfin, l'intensité de la résistance de l'air pour une vitesse quelconque du projectile, comprise entre sa vitesse initiale et la vitesse d'arrivée correspondante à la plus grande portée qui figure dans la table : § 28.

E. JOUFFRET, *capitaine d'artillerie,*

Adjoint au Professeur du Cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau.

ERRATA.

1° Tome II de la *Revue*, page 384, ligne 4, au lieu de : *inversement proportionnels aux erreurs*, lire : *inversement proportionnels aux carrés des erreurs.*

2° Dans tout ce travail, le mot *portée* est employé pour désigner *la distance du point de chute projetée sur la ligne de tir.* C'est par inadvertance que, dans le § 6, en posant l'équation $\sqrt{x^2 + y^2} = P$, on s'est servi de ce mot pour désigner la distance elle-même.

3° Tome III de la *Revue*, page 223, formule (12), au lieu de $(c_{p-2} - c_0)$ et de $(e_{p-4} - e_0)$, lire : $(c_{p-2} + c_0)$ et $(e_{p-4} + e_0)$.

ARTILLERIE ALLEMANDE

MODIFICATIONS RÉCEMMENT APPORTÉES AU MATÉRIEL(1)

I. ÉQUIPAGES DE SIÉGE. — II. AFFUTS EN FER.

I. ÉQUIPAGES DE SIÉGE.

Le matériel de siége de l'artillerie allemande a subi récemment des modifications importantes ; on se propose de signaler ici les principales améliorations dont il a été l'objet.

Les canons de 15c longs, en bronze ou en acier, modèle 1864/1872, avec fermeture à coin prismatique simple (*Flachkeil-Verschluss*) (2), qui faisaient partie des équipages de siége, seront à l'avenir exclusivement employés à la défense des places. Par contre, deux nouvelles pièces de siége viennent d'être mises en service ; ce sont : un canon en bronze de 12c renforcé, et un canon en acier de 15c fretté.

Le matériel de siége de l'artillerie prussienne comprend donc actuellement les bouches à feu suivantes :

	Canon.	Modèle.	Fermeture.
1°	de 9c en bronze,	1872,	à double coin ;
2°	de 12c en bronze,	1864,	à double coin ;
3°	de 12c en br., renforcé	1872,	à coin prismatique simple ;
4°	de 15c court en bronze	1872,	à double coin ;
5°	de 15c en acier, fretté,	1872,	à coin cylindro-prismatique ;

(1) Les renseignements contenus dans cet article sont empruntés en partie aux deux ouvrages suivants : *Leitfaden der Waffenlehre*, von R. Wille (Berlin, 1874), et *Artillerie-Lehre*, von W. Witte (Berlin, 1873).

Le nouveau matériel d'artillerie de campagne, actuellement en construction, sera ultérieurement l'objet d'une étude spéciale, lorsque les renseignements qu'on possède à cet égard seront assez complets et assez précis pour qu'on puisse en donner une description détaillée, avec figures à l'appui. On se bornera, quant à présent, aux indications suivantes : le nouveau système de bouches à feu de campagne comprend deux pièces, l'une du calibre de 7c,85, destinée aux batteries à cheval, l'autre, du calibre de 8c,8, qui formera l'armement de toutes les batteries montées.

(2) Pendant la dernière guerre, ces pièces avaient la fermeture à double coin ; ce mécanisme, n'ayant pas fait preuve d'une résistance suffisante, a été remplacé par le coin prismatique simple.

6° Mortier rayé de 21c en bronze (1), modèle 1871, fermeture à double coin ;

7° Mortier lisse de 15c, en bronze, modèle 1850.

On signalera, en outre, comme devant faire partie des équipages de siége, des canons courts de 21c, en acier, frettés, qui sont actuellement en construction (2).

Parcs de siége. — Deux parcs de siége, comprenant chacun 400 pièces, sont en voie de formation, le premier à Spandau, le deuxième à Coblentz et à Posen.

Chacun de ces parcs aura la composition suivante :

40 canons de 9c en bronze ;
120 — de 12c en bronze ;
120 — de 15c court en bronze ;
40 — de 15c fretté en acier ;
40 mortiers rayés de 21c en bronze ;
40 — lisses de 15c.

Enfin, 150 fusils de rempart transformés au système Mauser.

Il doit, en outre, entrer dans chaque équipage, environ 20 des nouvelles pièces de 21c fretté.

Le premier approvisionnement sera de 500 coups par pièce.

Colonnes pour le transport des munitions. — Dans la dernière guerre, les munitions destinées aux parcs de siége étaient transportées exclusivement sur des voitures et avec des chevaux de réquisition. Ce système a présenté de tels inconvénients, qu'on s'est décidé à créer des colonnes pour le transport des munitions de siége ; ces colonnes seront mobilisées en même temps que l'artillerie de siége.

Il y aura 32 colonnes (16 par parc).

Chaque colonne comprendra :

---

(1) La *Revue d'artillerie* a donné (tome I, février 1878, page 382) une description de deux mortiers rayés de 21c ; le mortier modèle 1871 a les mêmes formes générales que ceux-ci, mais en diffère sensiblement par les dimensions et le poids, qui sont indiqués plus loin.

(2) Une pièce de ce système figurait à l'Exposition de Vienne, dans le pavillon Krupp ; la *Revue d'artillerie* en a publié une description et un dessin, tome III, novembre 1878, page 112.

36 voitures à munitions ;

6 chariots de parc ;

1 forge de campagne et quelques voitures pour le transport des bagages et du fourrage.

Toutes les voitures seront attelées à 4 chevaux et conduites par des soldats du train de la landwehr ; de plus, chacune d'elles aura un harnais complet pour un attelage de devant, qui sera réquisitionné en cas de besoin.

Chaque colonne sera commandée par un premier-lieutenant ou un capitaine d'artillerie ou du train de la landwehr.

Le personnel, outre les conducteurs, comprendra 1 artificier et 30 canonniers.

Nous allons maintenant donner quelques détails sur les principales pièces qui entrent dans la composition des équipages de siége.

Canon de 9ᶜ modèle 1872. — Cette pièce est en bronze ; une bague en acier est vissée à l'entrée de la chambre, comme dans toutes les pièces en bronze de l'artillerie prussienne ; l'obturateur est l'anneau en cuivre. La ligne de mire est une ligne *médiane*. Le guidon est double ; il est formé de deux planchettes de hauteurs différentes, disposées à angle droit et entaillées en forme de W ; elles sont mobiles autour d'une charnière fixée à l'extrémité de la volée. Un guidon semblable est adapté aux pièces de 12ᶜ et de 15ᶜ court.

Munitions. — Le canon de 9ᶜ tire un obus ordinaire, un shrapnel et une boîte à mitraille.

L'obus ordinaire a environ 2 calibres de longueur ; il pèse, chargé, $6^{k},9$, et renferme une charge intérieure de $0^{k},25$; il donne, en moyenne, 40 éclats. Lorsqu'on veut transformer ce projectile en obus incendiaire, on ajoute à la charge intérieure 6 tubes de composition incendiaire (¹).

(¹) L'artillerie prussienne n'a pas d'obus incendiaire particulier ; les obus ordinaires sont transformés en obus incendiaires par l'addition d'un certain nombre de tubes de composition.

Le shrapnel pèse $6^k,9$, il renferme 170 balles de cavalerie avec une charge de $0^k,017$; il est muni de la fusée à temps Richter, qui fonctionne jusqu'à 2 200 mètres.

La boîte à mitraille est la même que celle du canon de 9e de campagne.

La charge maxima de tir est de $0^k,7$; elle donne une vitesse initiale de 330 mètres.

Les tables de tir pour obus ordinaires, avec la charge de $0^k,7$, s'étendent jusqu'à 3 800 mètres ; pour cette distance, l'angle de tir est de 16° 37′, l'angle de chute de 24° et la vitesse restante de 221 mètres.

A 3 750 mèt.,	la long.	d'une bande de	larg. indéfinie,	cont. 50 % des coups est de	$37^m,5$
	la larg.	id.	de long.	id.	7 ,5
A 900 mèt.,	la haut.	id.	de larg.	id.	0 ,80
	la larg.	id.	de long.	id.	0 ,55

Le canon de 9e doit servir principalement à armer les batteries contre les sorties, et les batteries légères de bombardement (*leichte Bombardements-Batterien*), à inquiéter les défenseurs des ouvrages au moyen de shrapnels ; on l'emploie pour le tir de plein fouet contre le matériel (*Demontir-Schiessen*), mais seulement aux distances inférieures à 1 000 mètres, lorsqu'il n'est pas possible de faire usage de pièces d'un calibre supérieur.

Canon de 12e, modèle 1864. — Cette pièce est en bronze avec bague en acier ; l'obturateur est l'anneau en cuivre.

Munitions. — L'obus ordinaire, long de 2 calibres environ, pèse, chargé, $14^k,5$, la charge intérieure étant de $0^k,500$.

Le shrapnel pèse $16^k,047$ avec une charge intérieure de $0^k,033$; il renferme 242 balles d'infanterie.

La charge maxima de tir est de $1^k,05$; elle communique à l'obus ordinaire une vitesse initiale de 281 mètres.

Les tables de tir, avec la charge de $1^k,05$, s'étendent jusqu'à 3 750 mètres ; pour cette distance l'angle de tir est de 18°, l'angle de chute de 24° et la vitesse restante de 190 mètres.

A 3 750 mèt.	la long.	d'une bande de	larg. indéf.,	cont. 50 % des coups est d'env.	35m,5
	la larg.	id.	long.	id.	6 ,5
A 900 mèt.	la haut.	id.	larg.	id.	0 ,81
	la larg.	id.	long.	id.	0 ,73

Le canon de 12c est destiné aux mêmes usages que celui de 9c, mais doit lui être préféré dans tous les cas où de trop grandes difficultés ne s'opposent pas à son installation; on l'emploiera surtout pour armer les batteries de plein fouet, les batteries d'enfilade, etc., aux distances inférieures à 1 200 mètres.

Canon de 12c en bronze renforcé, modèle 1872. — Cette pièce présente avec la précédente les différences suivantes :

La chambre est plus longue, afin de permettre l'emploi de charges plus fortes pour le tir des obus allongés (*Langgranate*).

L'épaisseur du métal à la culasse est plus considérable. La fermeture est un coin prismatique simple; elle est munie d'un nouvel anneau obturateur en acier (modèle 1873). Cet obturateur se distingue de l'anneau Broadwell en ce que la surface interne, au lieu d'être creusée en forme de gorge, est convexe, et qu'en outre, une rainure circulaire est pratiquée sur la surface externe qui s'applique contre les parois de la chambre. Ce nouvel obturateur a été soumis à de nombreuses épreuves et a toujours donné d'excellents résultats.

Tous les canons de 12c, modèle 1864, doivent subir une transformation qui les rendra identiques, au poids près, aux pièces renforcées : le double coin sera remplacé par un coin prismatique simple et la chambre sera allongée. Quant aux canons de 12c, mod. 1863, qui sont d'anciennes pièces de 12c lisses transformées et qui font partie de l'armement des places, ils ne subiront aucune modification.

Munitions. — Le canon de 12c renforcé tire un obus allongé de 2.5 calibres de longueur, recouvert d'une enveloppe mince de plomb (1). Ce projectile pèse, chargé, 15 kil. La charge intérieure est de 1k,125.

(1) Les obus allongés ont une enveloppe mince, en plomb, analogue à celle des shrapnels, tandis que les obus ordinaires ont une enveloppe beaucoup plus épaisse.

La charge normale de tir est de $1^k,5$.

Le canon de 12^c, modèle 1864, transformé, doit tirer l'obus allongé en même temps que l'obus ordinaire de 12^c.

Les charges seront de $1^k,3$ pour l'obus allongé.

Id. de $1^k,4$ id. ordinaire.

Canon de 15^c court, modèle 1870 (1). — Cette pièce est en bronze, avec bague en acier et anneau obturateur en cuivre.

Munitions. — Le canon de 15^c court tire un obus allongé et un shrapnel.

L'obus allongé (2.5 calibres environ) pèse, chargé, $27^k,75$ avec une charge intérieure de $1^k,9$.

Le shrapnel pèse $31^k,047$; il renferme 462 balles d'infanterie avec $0^k,050$ de poudre.

La charge maxima de tir est de $1^k,5$; elle donne une vitesse initiale de 253 mètres.

Résultats du tir avec la charge de $1^k,5$.

DISTANCES.	ANGLE DE TIR.	ANGLE DE CHUTE	VITESSES restantes.
500m	2°	2°41′	240m
1000	4°26′	5°30′	229
2000	9°45′	11°26′	213
3000	16°19′	19°41′	203
4000	25°49′	31°19′	199
4400	30°56′	37° 5′	198

DISTANCES.	LONGUEUR d'une bande de largeur indéfinie contenant 50 °/o des coups.	LARGEUR d'une bande de longueur indéfinie contenant 50 °/o des coups.
500m	8m	»
1000	11	»
2000	18	2m
3000	27	4
4000	36	6
4400	39	7

Le canon de 15^c court est principalement destiné au *tir*

(1) Les canons de 15^c courts en fonte sont exclusivement réservés à l'armement des places.

indirect contre les maçonneries et contre les pièces couvertes par des parapets et des traverses; il sert, en outre, à armer les batteries lourdes de bombardement (de 1 500 à 3 000 mètres), les batteries de plein fouet et d'enfilade jusqu'à 1 800 ou 2 000 mètres, et les batteries de brèche. Enfin, dans le tir à charge réduite (0^k,400 à 1 kil.), sous de grands angles, il remplace avec succès les mortiers lisses.

Canon de 15^c fretté, modèle 1872. — Cette pièce est construite d'après les mêmes principes que les bouches à feu de l'artillerie de marine et de côte. Une différence essentielle consiste dans la position de la lumière. Pour les canons de marine et de côte, la lumière est percée au travers du coin, dans le prolongement de l'axe; mais, avec une semblable disposition, les débris de l'étoupille sont, à chaque coup, projetés en arrière et peuvent devenir dangereux pour les servants, surtout si l'espace libre dont on dispose est assez restreint, comme cela arrive dans les batteries de siége. Pour remédier à cet inconvénient, tout en se réservant les avantages de l'inflammation centrale, on a, dans le canon de 15^c fretté, percé la lumière obliquement à travers le coin et le métal de la pièce, de manière à la faire déboucher dans l'âme au point où l'axe de la bouche à feu rencontre la face antérieure du coin. La lumière, ainsi placée, constitue, en outre, un appareil de sûreté, le feu de l'étoupille ne pouvant se communiquer à la charge qu'autant que le coin est poussé à fond. On a, du reste, complétement renoncé, pour les nouvelles pièces, à percer la lumière dans le métal lui-même, perpendiculairement à l'axe, car on a reconnu que cette disposition exerçait une influence fâcheuse sur la résistance et la durée des pièces en acier.

Munitions.—Le canon de 15^c fretté tire un obus allongé pesant 27^k,8 avec une charge intérieure de 2 kil., ainsi qu'un obus en fonte durcie (*Hartgussgranate*), destiné au tir contre des revêtements cuirassés ou des maçonneries très-résistantes. Ce projectile n'a pas de fusée, la chaleur développée par le choc étant suffisante pour produire

l'inflammation de la charge intérieure; sa longueur est de 2.5 calibres. La tête de l'obus est complétement massive et en forme d'ogive très-pointue; le corps est légèrement tronconique, afin de faciliter la pénétration dans les cuirasses. L'enveloppe en plomb est très-mince et les bourrelets peu saillants. On introduit la charge intérieure par un trou percé au centre du culot; ce trou est fermé par un tampon à vis muni d'un anneau. Cet obus pèse, chargé, $35^k,5$; la charge intérieure n'est que de $0^k,375$.

La charge maxima de tir est de $6^k,2$ de poudre prismatique; la vitesse initiale est d'environ 465 mètres.

Les tables de tir pour l'obus allongé, avec la charge maxima, s'étendent jusqu'à 7 000 mètres. Pour cette distance, l'angle de tir est de 30°, l'angle de chute de 45°; la vitesse restante d'environ 246 mètres.

A 3800 mèt.	la long.	d'une bande de	larg. indéf.,	cont. 50 % des coups est d'env.	$40^m,0$
	la larg.	id.	long.	id.	5 ,0
A 900 mèt.	la haut.	id.	larg.	id.	0 ,89
	la larg.	id.	long.	id.	0 ,67

Le canon de 15c fretté est destiné au tir de plein fouet à grande distance, principalement contre les blindages cuirassés et les maçonneries très-résistantes.

Mortier rayé de 21c en bronze, modèle 1871. — Cette pièce tire un obus allongé pesant 80 kil., avec une charge intérieure de 5 kil.

La charge maxima de tir est de $3^k,5$; elle donne une vitesse initiale de 215 mètres.

Les tables de tir, avec la charge maxima, s'étendent jusqu'à 4 000 mètres. Pour cette distance, l'angle de tir est de 45°, l'angle de chute de 50°, et la vitesse restante de 212 mètres.

	A 4000 mèt. charge : $3^k,5$ angle : 45°	A 3500 mèt. charge : $3^k,5$ angle : 30°	A 950 mèt. charge : 1 kil. angle : 45°
Longueur d'une bande de largeur indéfinie contenant 50 % des coups..	25^m	20^m	10^m
Largeur d'une bande de longueur indéfinie contenant 50 % des coups.	15^m	10^m	1^m

On se sert du mortier de 21c comme pièce de bombardement à grande distance et pour produire des effets d'écrasement considérables. Quant au mortier lisse de 15c, sa légèreté permet de le transporter facilement dans les tranchées, où il est employé avec avantage dans le tir à petite distance contre les troupes.

Les données les plus importantes des pièces de siége de l'artillerie prussienne sont renfermées dans le tableau suivant :

ÉLÉMENTS PRINCIPAUX.	CANON DE 9c modle 1872.	CANON DE 12c modle 1864.	CANON DE 12c renforcé modle 1872.	CANON DE 15c court modle 1870.	CANON DE 15c fretté modle 1872.	MORTIER RAYÉ de 21c modle 1871.
Diamètre de l'âme entre l. cloisons mm	91,6	120,3	120,3	149,1	149,1	209,3
Id. id. rayures.	94,2	122,9	122,9	152,3	152,3	214,5
Longueur de la chambre (depuis la face antérieure du coin jusqu'au cône de raccordement) ..... mm	223	273,3	397	333,5	610	441
Diamètre de la chambre..... mm	95,7	125	125	154,3	154,3	217,1
Longueur du cône de raccordem. mm	52,3	52,3	30	52,3	60	70
Id. de la partie rayée..... mm	1602,7	1591,2	1489,8	1490,8	2410	1147
Id. totale (depuis la face postérieure de la culasse jusqu'à la tranche de la bouche)..... mm	2036	2105,4	2105,4	2134,3	3440	2040
Pas des rayures..... m.	4,71	4,71	4,71	6,70	8,2	5,35
Nombre des rayures (cunéiformes)..	16	18	18	24	24	30
Longueur de la ligne de mire.... mm	1961,7	1961,7	1961,7	1961,7	1300	1750
Écartement des tourillons..... mm	235,4	287,6	287,6	457,6	504	575
Diamètre id. ..... mm	91,5	104,6	104,6	150,4	150	196
Poids de la pièce (sans la fermeture) k	403	832,5	889,5	1415	3051	2800
Poids de la fermeture ..... k	30	35	45,5	85	110	225
Prépondérance de culasse avec la fermeture..... k	65,5	100,8	127	137,5	25(1)	50(2)

(1) A 1 mètre en arrière des tourillons.
(2) Prépondérance à la tranche de la bouche.

II. AFFUTS EN FER.

Les affûts qui ont été récemment mis en service dans l'artillerie allemande sont tous en fer. Les pièces les plus importantes de l'équipage de siége, canons de 15c courts et de 15c frettés, sont montées sur des affûts de ce genre

(on n'a conservé l'ancien affût de siége en bois que pour les pièces de 9c et de 12c) (1). Un nouvel affût de casemate, en fer, pour canons de 8c et de 9c destinés au flanquement des fossés, a été introduit dans l'armement des places. Les affûts de côte sont également tous en fer, et les nouveaux affûts de campagne seront en tôle d'acier.

Nous allons donner ici quelques indications sur les affûts de 15c court, de 15c fretté, de casemate, et de 15c de côte; ce dernier affût pouvant être considéré comme le type général des affûts de côte. Quant aux nouveaux affûts de campagne en tôle d'acier, ils seront décrits ultérieurement, en même temps que les bouches à feu auxquelles ils sont destinés.

Affût en fer de 15c court, modèle 1872. (Pl. XII, fig. 1, 2, 3.)— Cet affût est construit entièrement en fer, sur le modèle de l'affût de 15c en bois; on a, du reste, conservé l'essieu, les roues et leurs accessoires.

Les flasques sont formées par deux fers en U. Un certain nombre d'entretoises et de boulons servent à les relier entre eux;

Les *entretoises de devant*, *a*, en forme de croix de Saint-André (fig. 2), traversées par les boulons de bride d'essieu;

Le boulon, *b*, qui fixe les extrémités des *tirants* contre les flasques;

Le *support de culasse*, *c*, sur lequel repose la partie postérieure de la pièce dans la position de route;

L'*entretoise de derrière*, dans laquelle est percée la *lunette*;

La *plaque de frottement*, *e*;

Enfin, un boulon terminé par les *tenons de manœuvre*.

Des contre-fiches, *h*, assurent, en outre, la rigidité du système.

Les *hausses de flasques* sont semblables à celles de l'affût en bois. Les arcs-boutants de derrière se prolongent

(1) Le mortier de 21c rayé a également un affût en bois, dont la description a été donnée par la *Revue d'artillerie*, tome I, février 1873, page 384.

sur la partie supérieure des flasques, et portent des encastrements pour les tourillons dans la position de route.

L'*appareil de pointage* (fig. 3) est analogue à celui de l'affût en bois. La vis intérieure est en acier, tandis que la vis extérieure est en fer à grain fin.

L'écrou, *k*, est en bronze; ses tourillons, *i*, en fer forgé, reposent dans des crapaudines, *l*, fixées sous la partie supérieure des flasques et recouvertes par des sus-bandes à charnière, *m*.

Les *garnitures* destinées à supporter les armements, les *marchepieds*, les ferrures servant à maintenir un coffret d'affût entre les flasques, etc., sont les mêmes que dans l'affût en bois.

Enfin, le nouvel affût est muni, comme tous les autres affûts de siége, de l'appareil pour le *pointage* indirect(1).

L'affût de 15c court en fer a la même longueur et à peu près le même poids que l'affût en bois. Il pèse 1 315 kil. sans les armements.

La voie est de $1^m,53$.

La hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol est de $1^m,830$.

Les limites de l'angle de tir sont — 5° et + 40°, tandis qu'avec l'affût en bois on ne peut pas dépasser + 30° (2).

L'*avant-train* (fig. 4) est également en fer. La *sassoire*, *a*, est formée par une cornière recourbée, dont les extrémités embrassent le timon, *a*; deux *tirants*, *b*, réunissent la volée, B, à l'essieu, auquel ils sont fixés par des brides; ces dernières portent chacune un talon perpendiculaire, *c*, qui traverse la sassoire et est maintenu par une clavette. Tous les autres affûts de siége ont, du reste, des avant-trains analogues.

Affût en fer pour canon fretté de 15c, modèle 1872. — Cet affût, sauf les proportions, a une grande ressemblance avec l'af-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome III, octobre 1873, page 2.

(2) Les affûts de siége de 12c en bois ont été récemment munis du même appareil de pointage, ce qui permet de faire varier l'angle de tir entre — 8° et + 40°, tandis qu'avec l'ancien appareil le champ de tir n'était compris qu'entre — 15° et + 20°.

fût précédent. Les roues sont les mêmes, l'essieu seul est beaucoup plus fort.

Quant aux flasques, ils sont formés de deux fers à double T ; toutefois les branches extérieures du T ont été abattues depuis le milieu des flasques jusqu'à la partie inférieure, afin d'alléger, autant que possible, l'affût et de diminuer sa largeur.

L'appareil de pointage est identique à celui de l'affût de 15^{c} de côte, dont il sera question plus loin. Cet appareil (fig. 6) se compose d'un écrou en bronze, *u*, porté par deux tourillons qui reposent dans des crapaudines fixées aux flasques. Dans la partie supérieure de cet écrou s'emboîte une grande roue d'engrenage conique, *w*, qui peut tourner sans entraîner l'écrou avec elle. Cette roue est mise en mouvement, par l'intermédiaire de deux petites roues d'angle, à l'aide de deux manivelles placées en dehors des flasques. Un ressort, disposé entre la grande roue et la vis extérieure, *x*, oblige cette dernière à tourner en même temps que la roue ; par suite, la vis extérieure monte ou descend dans l'écrou, *u*, et fait mouvoir dans le même sens la vis intérieure, *y*, à laquelle elle sert elle-même d'écrou. La tête de la vis intérieure est reliée à l'aide d'un boulon avec un tenon, *z*, engagé dans une mortaise en queue d'hironde, pratiquée dans la culasse de la pièce ([1]).

Le recul considérable que subit cet affût nécessite, pendant le tir, l'emploi de *coins* spéciaux d'une grande hauteur. Comme les marchepieds latéraux viendraient, dans le recul, buter contre les coins, ces marchepieds sont mobiles et peuvent être rabattus le long des flasques lorsque le pointage est terminé.

A cause de la grande largeur de l'affût, on est obligé, pour avoir un tournant suffisant, d'adapter, dans les trans-

---

([1]) Cet appareil de pointage, qui permet l'emploi de vis relativement courtes et, par suite, très-résistantes, a été imaginé par M. Pagel, ingénieur à l'atelier de construction de l'artillerie de Spandau.

ports, à la queue de l'affût, une *fausse flèche* semblable à celle de l'affût du mortier rayé de 21c (1).

Il n'y a pas de position de route : les pièces sont transportées sur des chariots porte-corps.

Le poids de l'affût est de 1 760 kil.

La hauteur de l'axe de la pièce et la voie sont les mêmes que pour l'affût de 15c court.

Les limites de l'angle de tir sont — 5° et + 40°.

Affût de casemate en fer, modèle 1872, pour canons de 8c et de 9c. (Pl. XII, fig. 7.) — Cet affût se compose de deux parties : l'*affût proprement dit* et le *châssis*.

L'*affût proprement dit* est formé de deux flasques en tôle de fer reliés entre eux par trois entretoises, deux verticales, *q* et *r*, la troisième horizontale, *s* (tôle de fond). Les encastrements des tourillons sont disposés pour recevoir le canon de 9c ; lorsqu'on y place le canon de 8c, les tourillons sont munis de manchons en bronze. Chaque flasque porte, à l'avant, deux petits galets en fer forgé.

L'*appareil de pointage* se compose d'un écrou en bronze, *u*, fixé à la tôle de fond, et d'une vis, *v*, sur la tête de laquelle repose directement la pièce. La manivelle, *w*, a un diamètre supérieur à l'écartement des flasques, dans lesquels sont pratiquées deux fentes pour le passage de cette manivelle, qui peut ainsi être manœuvrée de l'extérieur. La manivelle est indépendante de la vis à laquelle elle communique son mouvement par l'intermédiaire d'un ressort ; elle a quatre bras munis d'un trou à leur extrémité ; un piton fixé au flasque droit et une clavette permettent d'assujettir la manivelle d'une manière invariable lorsque la pièce est pointée en hauteur. D'ailleurs, le châssis ne se déplaçant pas pendant le recul, on peut, dès que le tir est réglé, continuer à faire feu sans recommencer, à chaque coup, l'opération du pointage.

Le *châssis* est formé de deux fers à double T réunis à

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome I, février 1873, page 384.

leurs extrémités par des entretoises. Ce châssis est incliné de 6° vers l'avant. A l'arrière, il est soutenu par un support, *b*, muni d'un cran d'embarrage, *k*, pour le pointage en direction. A la partie antérieure, il porte un essieu horizontal, *d*, terminé par deux roulettes, *i*. L'essieu est percé en son milieu d'une ouverture circulaire traversée par un fort boulon, *e*, dont la partie inférieure s'engage dans la *sellette*, *f*, et y est maintenue par une clavette, *g*. La sellette, fixée au sol de la casemate, forme une voie circulaire sous les roulettes.

Pour les transports, le boulon *e* est enlevé, le support *b* replié sous l'affût et la flèche *w*, qui porte la lunette, relevée. Cette position est indiquée en traits pointillés sur la figure.

Un frein hydraulique, *x*, est destiné à limiter le recul. Ce frein se compose d'un cylindre rempli de glycérine et d'air et fixé au châssis ; la tige, *y*, du piston qui est percé de trois ouvertures étroites, est reliée à la partie postérieure de l'affût. A chaque extrémité du châssis se trouvent des tampons servant à amortir les chocs.

En résumé, avec cet affût, la pièce revient d'elle-même en batterie après chaque coup, et reste toujours pointée de la même manière, ce qui permet de faire feu avec une grande rapidité : on peut tirer environ cinq coups à mitraille dans une minute. L'affût qui vient d'être décrit, placé dans des casemates de flanc, peut ainsi rendre de grands services dans le cas d'une attaque de vive force.

Le poids de l'affût proprement dit est de	124 kil.	570 k.
Id. du châssis	311	
Id. de la sellette	135	

La hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol est de $1^m,060$.

Les limites des angles de tir sont — 4° et + 4°.

Affût de côte de 15c, modèle 1872. (Pl. XII, fig. 5, 6). — Cet affût ressemble, aux dimensions près, à l'affût de casemate.

Le *châssis*, qui se compose de deux côtés en fer réunis par des entretoises, repose en avant et en arrière sur deux paires de roulettes qui se meuvent sur des rails circulaires. Les déplacements latéraux du châssis se font à l'aide d'une chaîne dont les extrémités sont scellées dans la plate-forme et qui passe sur une poulie, *h*, fixée au châssis ; cette poulie est mise en mouvement au moyen d'une manivelle, *f*, par l'intermédiaire d'un pignon, *e*, et d'une roue dentée, *g*. Ce système est, du reste, analogue à celui de l'affût Krupp de 30^{c} $^{1}/_{2}$ (1).

Des marchepieds en bois, *m* et *n*, sont fixés à l'arrière et de chaque côté du châssis. Le pointeur qui commande le feu est protégé par la plaque *o* contre la projection des gaz par la lumière qui est percée au travers du coin dans l'axe de la pièce.

L'*affût proprement dit* porte en avant et en arrière deux paires de galets, *p* et *q*, qui ne reposent pas sur les côtés du châssis lorsque l'affût est en batterie, mais qui, pendant le recul, montent sur les plans inclinés *r* et *s*. Ce dispositif, avec le frein hydraulique, a pour but de limiter le recul et de permettre à l'affût de revenir de lui-même en batterie après chaque coup (2).

L'appareil de pointage (fig. 6) a été décrit précédemment.

Le poids total de l'affût et du châssis est de 5 435 kil.

La hauteur de l'axe de la pièce au-dessus de la plate-forme est de 2^{m},320.

Les limites de l'angle de tir sont — 7° $^{1}/_{2}$ et + 15°.

Ce n'est pas seulement dans la construction des affûts, mais aussi dans celle des nouvelles voitures de toute espèce que l'artillerie allemande substitue le fer au bois. Ainsi, elle a récemment adopté un *chariot en fer pour le transport des munitions de siége*. Cette voiture est principa-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome III, décembre 1873, page 182.

(2) Ce dispositif est décrit en détail dans la *Revue d'artillerie*, tome III, décembre 1873, page 181.

lement destinée à transporter les caisses à projectiles, les gargousses, etc., du parc de siége aux batteries ; elle pèse 1 100 kil. En outre, un *chariot porte-corps* en fer, pour pièces de gros calibre, est en ce moment à l'étude. Enfin, les avant-trains et les caissons de la nouvelle artillerie de campagne seront également en fer.

R. COLARD, *capitaine d'artillerie.*
(2e bureau de l'état-major général du Ministre de la guerre.)

DU MÉTAL A CANON

ÉTAT DE LA QUESTION EN ALLEMAGNE

BRONZE OU ACIER

Par le major H. Müller, de l'Artillerie allemande.

(Extrait de : *Die Entwickelung der Feld-Artillerie, von 1815 bis 1870.*)

La *Revue* a donné précédemment (tome III, page 175, novembre 1873) une analyse succincte de l'ouvrage récemment publié à Berlin par le major Müller sous le titre : *Die Entwickelung der Feld-Artillerie in Bezug auf Material, Organisation und Taktik, von* 1815 *bis* 1870. Il a semblé utile de reproduire ici l'un des chapitres les plus importants de la 4e partie (Période comprise entre 1866 et 1870), dont la lecture permettra d'apprécier plus complétement la valeur de ce travail. On y trouvera l'historique des expériences faites en Prusse pour la comparaison du bronze et de l'acier fondu comme métaux à canon, l'exposé des opinions diverses qui se sont successivement produites à cet égard, enfin les motifs qui ont conduit à préférer la solution actuellement adoptée par l'artillerie allemande.

L'auteur ne fait que mentionner d'une manière très-incomplète les essais de même nature tentés dans d'autres pays; c'est donc surtout au point de vue des expériences exécutées en Prusse qu'on consultera utilement l'extrait suivant dont l'intérêt spécial, malgré cette réserve, sera facilement reconnu.

On s'est d'ailleurs abstenu de toute observation relativement aux opinions ou aux conclusions émises dans cet article, dont la responsabilité appartient tout entière à l'auteur allemand. (*N. d. l. R.*)

De tout temps les diverses puissances, à l'exception de la Suède et du Danemark, ont employé le bronze pour la fabrication de leurs pièces de campagne, parce qu'elles obtenaient ainsi des bouches à feu douées d'une grande résistance et plus légères que les canons en fonte du même calibre.

Vers 1850, la supériorité du bronze ne parut plus aussi bien établie : à cette époque, on sentit le besoin de trouver

un métal plus tenace avec lequel il devînt possible de construire une pièce de campagne possédant une grande puissance, d'un poids aussi faible que possible et susceptible néanmoins d'être tirée à forte charge. On commença donc à critiquer l'emploi du bronze comme métal à canon, et dès 1853 on trouvait dans la *Gazette militaire* (1) l'opinion suivante, déjà assez répandue : Le bronze ne convient plus pour la fabrication des canons, il est nécessaire de le remplacer par d'autres alliages.

On ne créa pas à ce moment un nouvel alliage, mais on songea à utiliser l'acier fondu dont l'artillerie avait déjà fait usage. Dès 1816, Decker appelait l'attention sur l'acier fondu que l'industrie commençait à fabriquer, mais qu'elle n'employait encore que pour la confection des outils. En 1844, une des usines de Bochum présenta à la Commission d'expériences de l'artillerie un canon lisse en acier fondu, du calibre de 3 ou de 4. En 1845, Frédéric Krupp, d'Essen, soumit à l'examen de la même Commission un canon en acier fondu, forgé, ne pesant que 150 kil. environ : ce qui donna lieu à la commande de deux pièces légères du calibre d'une livre. En 1847, on fit construire un canon de 3 en acier fondu, recouvert d'un manchon en fer forgé : expérimenté en 1849, il n'éclata que lorsqu'on le tira à la charge de $4^k,75$ de poudre avec 3 boulets. Le prix de revient, très-considérable, de cette bouche à feu empêcha provisoirement de continuer les recherches commencées. En 1849, l'usine de Bochum construisit un canon en acier du calibre de 6. Pendant l'été de 1854, on exécuta à Brunswick une épreuve de résistance avec un canon de 12 court de Krupp (canon-obusier), les résultats furent très-satisfaisants. Un canon semblable, fourni également par Krupp, fut essayé à Vincennes en 1855. Après le tir de 2 000 coups l'âme était encore en bon état, et le rapport concluait à la supériorité de l'acier sur le bronze. Vers 1859, deux canons lisses en acier fondu, du

(1) *Die allgemeine Militär-Zeitung.*

calibre de 12, furent encore essayés avec succès dans le Wurtemberg.

Les résultats satisfaisants obtenus avec l'acier fondu, laissant entrevoir la possibilité d'augmenter la puissance des pièces de campagne, donnèrent lieu naturellement à des attaques fort vives contre le bronze. En 1857, la Commission d'expériences de l'artillerie, en Prusse, établit le tracé d'un canon lisse en acier, de 12, qui devait être tiré avec une charge variant entre $1^k,75$ et $2^k,00$. Les études entreprises à cette époque sur les canons rayés empêchèrent l'exécution de ce projet, dont l'importance était très-grande relativement aux modifications que devait subir l'artillerie lisse. Mais du moins les avantages qu'on allait pouvoir retirer de l'emploi de l'acier pour la fabrication des canons rayés étaient dès lors mis en évidence.

A l'apparition de cette nouvelle espèce de bouche à feu, la question du bronze donna lieu à des jugements très-divers. Les premières expériences vraiment importantes ayant été exécutées en Suède où l'artillerie emploie exclusivement la fonte comme métal à canon, cette circonstance accidentelle exerça une grande influence sur la direction imprimée aux essais qui, dans les divers pays, se firent généralement avec des pièces en fonte.

En 1847, immédiatement après les recherches de Wahrendorff, Cavalli avait exprimé l'opinion que le bronze ne convenait pas pour la fabrication des canons rayés, parce que ce métal n'opposerait pas une résistance suffisante à l'action destructive des ailettes. Cette idée était assez plausible pour être admise *à priori*. Mais elle ne tarda pas à être combattue, quand on eut appris que, dans des expériences exécutées en Angleterre avec des canons en fonte se chargeant par la culasse, quelques pièces avaient éclaté et que les résultats obtenus en France n'étaient pas non plus satisfaisants. Cette dernière puissance essayait en même temps un canon de campagne en bronze, rayé. Les essais auxquels cette bouche à feu fut soumise

lui ayant été favorables, la France conserva le bronze comme métal à canon, et bien que les avis fussent encore très-partagés, elle fut suivie dans cette voie par les nations qui adoptèrent aussi les canons rayés se chargeant par la bouche.

La *Gazette militaire* publia, en 1853 et en 1857, plusieurs articles contre l'emploi du bronze ; on y proposait l'abandon complet de cet alliage comme métal à canon, et son remplacement par l'acier ou par la fonte.

Schmölzl disait en 1860 : « Le bronze n'est pas un métal convenable pour les canons rayés : les officiers d'artillerie français l'ont reconnu, en 1859, pendant la campagne d'Italie; avec des canons rayés en bronze, l'emploi de la mitraille n'est plus possible : le seul métal dont on puisse faire usage est l'acier. » Le tir à mitraille présentait certainement de sérieux inconvénients qui disparurent plus tard, en partie du moins, quand on eut adopté des balles en zinc ou en alliage.

Chez les nations qui préféraient le chargement par la culasse, les recherches relatives au choix du métal à employer suivirent une autre direction. Les premières expériences exécutées en Prusse furent faites avec des canons en fonte. On pensait que, avec le bronze, les rayures et les cloisons, plus exposées encore à être dégradées par le tir à mitraille que dans les canons se chargeant par la bouche, n'auraient pas une résistance suffisante. On craignait aussi que le métal ne se gonflât autour de la chambre, ce qui tenait à l'ignorance où l'on était de la valeur exacte de la tension des gaz de la poudre. En 1855, on se demanda s'il n'y avait pas lieu de tenter d'employer le bronze. Néanmoins on n'en fit rien, parce que des résultats satisfaisants avaient été obtenus par une autre voie. L'expérience avait montré en effet que la vitesse des projectiles et la justesse du tir croissent avec la longueur de l'âme des canons. Pour tirer de cette circonstance tout l'avantage possible, la Commission d'expériences de l'artillerie pro-

posa, dès 1855, la création de bouches à feu très-longues; pour que le poids n'en fût pas trop considérable, la Commission recommandait de faire usage du métal le plus résistant, l'acier fondu qui déjà à cette époque s'était montré bien supérieur au bronze. En conséquence, on établit le tracé d'un canon de 9^{c} qui devait être en acier fondu, et dont l'âme avait 3^{m},2 de longueur dans la partie rayée : deux pièces de ce modèle furent livrées par Krupp en 1856.

L'adoption d'un modèle définitif pour le calibre de 9^{c} fut préparée par les expériences exécutées avec ces deux bouches à feu qui, n'ayant subi aucune dégradation à l'intérieur, avaient conservé toute leur justesse. Les dispositions principales du système se trouvaient dès lors fixées; il suffisait de réduire la longueur d'âme pour obtenir des canons d'un emploi très-commode en campagne : et comme en 1859 il était urgent de posséder au plus tôt un système d'artillerie rayée, l'acier fondu fut définitivement adopté. Le choix de ce métal fut bien accueilli, en raison des nombreuses critiques dirigées contre l'emploi du bronze, et l'on pouvait lire en 1862 dans la *Gazette militaire :*

« Il est reconnu que le bronze ne convient pas pour la fabrication des canons rayés, surtout s'ils se chargent par la culasse; ils doivent être en acier : l'idéal de l'artillerie rayée est une pièce en acier fondu, construite d'après le système Armstrong. »

Mais avec toutes ses précieuses qualités, l'acier fondu a l'inconvénient de coûter fort cher; il ne fallait donc pas songer à l'employer pour les bouches à feu de place. D'ailleurs il était désirable de pouvoir transformer en canons rayés les canons lisses que l'on possédait alors.

La Commission d'expériences de l'artillerie proposa en 1860 la transformation du canon de 12, en bronze, principalement pour montrer qu'on pouvait tirer parti de ce métal. Pour reconnaître si le bronze conviendrait également pour l'artillerie de campagne, on fit établir, vers la fin de 1860, le tracé d'un nouveau canon de 9^{c}. Cette

bouche à feu avait, en longueur, 366^{mm} de moins que le canon en acier de même calibre, et pourtant son poids surpassait de 15 kil. le poids de ce dernier. Deux pièces de ce modèle furent éprouvées en 1861. En raison de la diminution de justesse occasionnée par le raccourcissement de l'âme, l'adoption de cette bouche à feu ne parut pas avantageuse. Au contraire, les expériences exécutées en 1861 avec le canon de 12, en bronze, transformé, donnèrent des résultats si satisfaisants qu'on décida que les bouches à feu de place seraient en bronze.

On maintint provisoirement l'emploi de l'acier pour les canons de 9^{c}, et le canon de 8^{c} récemment adopté dut aussi être en acier. On n'avait pas eu le temps d'étudier les modifications qu'aurait entraînées l'emploi du bronze, et d'ailleurs on craignait qu'avec ce métal il ne fût pas possible de donner une légèreté suffisante à la nouvelle bouche à feu qui, à tout prix, devait être très-mobile.

Les préventions qui s'étaient manifestées contre l'emploi du bronze subsistèrent ainsi d'une façon incompréhensible, quoiqu'elles ne fussent appuyées d'aucune expérience sérieuse et qu'on n'eût pas expérimenté réellement un seul canon en bronze. La nécessité, comme cela a lieu ordinairement, devait seule amener la solution de la question.

En 1865, quelques canons de 8^{c}, du modèle adopté en 1864, éclatèrent sans qu'on eût été prévenu par aucun indice, et sans qu'il fût possible de reconnaître après coup aucun défaut dans le métal. Des faits semblables, mais plus nombreux, se produisirent pendant la guerre de 1866. Dès lors la résistance de l'acier ne parut plus suffisamment garantie, puisque les mêmes accidents pouvaient se produire à tout instant. Cette circonstance exerça une influence très-fâcheuse sur l'esprit des troupes qui perdirent la confiance qu'elles avaient dans leur matériel. Un examen plus approfondi, confirmé par ce fait que pas un seul des canons de 9^{c}, pourvus de la fermeture à verrou, n'avait éclaté, montra que la cause des ruptures observées tenait,

non à la qualité du métal, mais uniquement à la disposition défectueuse donnée au logement du coin. On adopta alors des modifications qui aboutirent au modèle 1867, et depuis ce moment il ne s'est produit aucun nouvel accident (on n'en a pas signalé un seul pendant la guerre de 1870-1871).

Il n'était pas facile de détruire, à l'aide d'arguments purement théoriques, la défiance que l'on avait conçue à l'endroit de l'acier. Ce sentiment devint plus vif encore à la suite des rapports adressés par les officiers chargés de surveiller la fabrication des bouches à feu : ayant fait un long séjour dans l'usine Krupp, ils connaissaient, dans tous leurs détails, les procédés industriels en usage à Essen, et pourtant ils mettaient en doute l'uniformité des produits obtenus. Suivant ces officiers, chaque canon en acier avait ses qualités propres, et l'on ne pouvait regarder les résultats obtenus avec une pièce donnée comme s'appliquant à toutes les autres.

L'inspection générale de l'artillerie, obligée par sa situation de considérer cette question d'une façon très-sérieuse, jugea nécessaire d'ordonner la construction de pièces de campagne en bronze. Elle chargea, en octobre 1866, la Commission d'expériences de l'artillerie de faire le plus promptement possible les études relatives à l'établissement d'un nouveau canon de 9^{c} en bronze, qui n'aurait pas un poids supérieur à celui du canon en acier et pourrait être placé sur l'affût de 1864.

Les tracés présentés le même mois se rapprochaient de celui qui avait été étudié en 1861, avec cette différence que la fermeture de la culasse était obtenue à l'aide d'un double coin. Le canon de 9^{c} devait avoir 1^{m},93 de longueur dans la partie rayée, et le canon de 8^{c}, 1^{m},80. La Commission présenta en même temps les tracés de deux autres canons de 8^{c} qui ne devaient avoir que 1^{m},56 de longueur, mais dont les épaisseurs étaient plus considérables. Les expériences commencèrent vers la fin de 1867.

On tira avec chaque pièce 1 500 coups à obus, en faisant varier la charge, et 100 coups à mitraille. Les résultats furent satisfaisants. L'âme n'avait subi que des dégradations peu importantes et les dimensions extérieures n'avaient pas varié. La justesse n'avait pas sensiblement diminué, en sorte que l'on put admettre que les battements des balles dans le tir à mitraille n'étaient pas réellement nuisibles. On tira de ces expériences les conclusions suivantes :

Les pièces de campagne en bronze satisfont à toutes les conditions d'un bon service de guerre. La possibilité de leur introduction dans les équipages de campagne n'est plus une question douteuse. Leurs dimensions doivent se rapprocher autant que possible de celles des canons en acier. Aussi conviendra-t-il d'expérimenter des canons de 8e plus allongés, et de donner aux canons de 9e la même longueur qu'aux canons en acier.

En même temps, pour acquérir des données plus certaines sur les dimensions qu'il y avait lieu d'adopter, on résolut de remettre sur le tour les canons déjà éprouvés, et d'en réduire les épaisseurs jusqu'à ce que le tir donnât lieu à des gonflements sensibles. On voulait ainsi reconnaître si les canons en bronze périssaient par déchirement ou par éclatement brusque, et si leur rupture était précédée d'indices suffisants. Les pièces avaient déjà supporté 1612 coups quand on procéda à ces expériences dans le premier semestre de 1869. Des deux canons de 8e, l'un fut mis 9 fois sur le tour et l'autre 7 fois. La même opération fut répétée 12 fois avec l'un des canons de 9e et 9 fois avec l'autre. Le tir se fit aux charges de 0^{k},55 et de 0^{k},70. Des gonflements se produisirent, dans les canons de 8e, à la charge de 0^{k},55 pour celui de 427 kil., et à la charge de 0^{k},50 pour celui de 297 kil. On en observa dans les canons de 9e, à la charge de 0^{k},60 pour celui de 328 kil., et à la charge de 0^{k},70 pour celui de 608 kil.

Une fois qu'un certain gonflement s'était manifesté, il

restait stationnaire, parce que l'agrandissement de la chambre avait pour conséquence une diminution de la tension des gaz : il n'augmentait que lorsqu'on remettait le canon sur le tour; des fissures très-étroites apparaissaient peu à peu à la surface extérieure. Le canon de 8^{c} pesait 93^{k},5 au moment où il éclata, et l'épaisseur du métal autour de la chambre était alors de 17^{mm},5. Dans cet état, il avait tiré 12 coups quand il se rompit à la hauteur de la chambre. Un fragment, long de 0^{m},314 fut projeté au loin. Le canon de 9^{c} pesait encore 135^{k},5 et avait, à hauteur de la chambre, 24^{mm} d'épaisseur quand, à la suite d'un tir exécuté avec charges de 0^{k},70, 0^{k},925 et 1^{k},10, le bourrelet et une partie de la volée se détachèrent, selon toute apparence, par l'effet des battements du projectile.

De ces faits, on conclut que le bronze possédait une résistance inattendue, que les épaisseurs de métal proposées pour les canons de 8^{c} et de 9^{c} étaient suffisantes, que l'éclatement prématuré d'un projectile dans l'âme n'offrait aucun danger, et qu'enfin la rupture des bouches à feu était précédée de signes apparents.

A la suite de ces expériences, on modifia encore quelques détails de construction, et, vers la fin de 1869, on fit une commande importante de canons en bronze de 8^{c}. Ces pièces, jusqu'à nouvel ordre, ne devaient pas entrer dans l'armement des batteries ordinaires de campagne; elles étaient destinées uniquement aux batteries de réserve (qui ne sont pas attelées en temps de paix).

Les résultats précédents donnèrent lieu à des discussions fréquentes et très-vives entre les partisans et les adversaires du bronze. Dans un article dirigé contre l'emploi de l'acier, on émit l'opinion que les canons en bronze n'éclataient jamais à l'improviste, et qu'il ne s'était même jamais produit de véritable éclatement; mais cette appréciation fut vivement combattue. Une réplique parut en 1869 dans le 65e volume des *Archives*. L'auteur citait un grand nombre de cas dans lesquels des canons en bronze

avaient péri à la suite d'un très-petit nombre de coups; il en concluait naturellement que des faits semblables pouvaient se reproduire à l'avenir. Un nouvel article concernant cette question fut encore inséré dans le même volume des *Archives*. On cherchait à démontrer que l'éclatement des canons en bronze ne pouvait être attribué qu'à la mauvaise qualité de l'alliage autrefois en usage et à des procédés de coulage défectueux ; et que de pareils accidents n'étaient plus à craindre actuellement, à une époque où la composition et la fusion du bronze sont l'objet des plus grands soins.

Les troupes, qui n'avaient pas encore repris confiance dans l'emploi de l'acier, accueillirent avec satisfaction l'adoption du bronze comme métal à canon. On fit remarquer aussi que cette mesure permettait à l'État d'échapper aux exigences des fabricants, et qu'elle assurait en outre une très-grande économie, eu égard au prix élevé de l'acier.

Pendant que ce revirement d'opinions se produisait en Prusse, le bronze devenait en Autriche l'objet d'attaques assez vives, et l'on écrivait de Vienne, en 1867, à la *Gazette militaire :* « Les canons de campagne en bronze doivent être supprimés et remplacés par des canons en acier : le bronze ne convient pas pour la fabrication des canons rayés, et l'acier doit, sans contredit, lui être préféré. »

Pendant la guerre de 1870-1871, il ne parut sur le champ de bataille qu'un assez petit nombre de canons en bronze de 8^{c}, et on ne leur reconnut pas de défauts importants. Mais des expériences ultérieures ont montré que ces bouches à feu se dégradent plus facilement par le tir que les canons en acier, et qu'elles perdent plus rapidement leur justesse. Cette circonstance, jointe à ce que les canons en acier s'étaient très-bien comportés pendant la guerre (ils avaient tiré un très-grand nombre de coups sans perdre de leur justesse et sans qu'aucun d'eux éclatât), fit re-

prendre confiance dans l'emploi de l'acier et mit justement en relief les précieuses qualités de ce métal. Il faut reconnaître que des canons en bronze, soumis à de pareilles épreuves, auraient beaucoup souffert, qu'ils auraient perdu beaucoup de leur justesse sans rendre, à beaucoup près, les mêmes services. Aussi l'acier a-t-il triomphé non-seulement en Prusse, mais encore chez la plupart des puissances qui avaient eu, jusqu'à présent, des canons en bronze (1).

Traduit par le capitaine d'artillerie
E. Muzeau.

---

(1) L'auteur, dans la discussion qui précède, s'est presque uniquement appuyé sur les résultats obtenus avec les bouches à feu du type prussien ; ses conclusions sont donc susceptibles de quelque restriction, et l'on ne doit pas se hâter de les appliquer à des systèmes très-différents. Les exemples cités ne démontrent pas, en effet, qu'en adoptant des dispositions tout autres, on ne puisse assurer aux canons en bronze une durée suffisante pour le service de campagne. (*N. d. l. R.*)

NOTE SUR LA MITRAILLEUSE SUÉDOISE

SYSTÈME PALMCRANTZ

Expérimentée par la Commission de Bourges.

La Commission d'artillerie de Christiania, appelée, dans le courant de l'année 1872, à traiter la question des mitrailleuses, a fait une étude comparative des divers systèmes connus jusqu'à ce jour, et de deux modèles nouveaux proposés par M. Palmcrantz, ingénieur à Stockholm.

Ces deux modèles diffèrent par le mécanisme et par la disposition des canons.

Le n° 1 se compose de 10 canons tournants, comme la mitrailleuse Gatling. Le n° 2 est formé de 10 canons placés dans un même plan.

Dans son rapport en date du 30 novembre 1872, la Commission de Christiania a conclu à la supériorité de ces deux engins sur tous les autres, en donnant la préférence au n° 2 sur le n° 1 (1).

C'est la mitrailleuse Palmcrantz n° 2 qui a été expérimentée par la Commission de Bourges, c'est d'elle seule qu'il s'agit ici.

I. DESCRIPTION DE LA MITRAILLEUSE SUÉDOISE

Système Palmcrantz n° 2.

(Pl. XIII.)

L'arme proprement dite peut se décomposer ainsi :

Le châssis,
Les canons,
La platine,
Le transporteur, ou plaque d'alimentation,
Le disperseur automatique,
Le magasin aux cartouches.

(1) La Commission de Christiania était ainsi composée :
MM. Stephen Mejdell, lieut.-colonel de la brigade d'artillerie norwégienne et grand-maître de l'artillerie ;
Klas Kreuger, lieut.-colonel dans l'artillerie de la flotte côtière de Suède ;
Rosemberg, major aux chasseurs norwégiens ;
Fréd. Westfell, capitaine au régiment d'artillerie de Svéa ;
Theodor Fröhlich, capitaine à la brigade d'artillerie norwégienne ;
O. Aqvist, officier d'état-major d'artillerie, capitaine au régiment de Gotha.

Châssis. — L'ensemble des canons et du mécanisme est porté par un châssis rectangulaire en fonte, muni de 2 tourillons, et pouvant prendre toutes les directions dans le plan vertical et dans le plan horizontal. Les côtés du châssis sont maintenus par 3 traverses, *a*. (Fig. 1 à 4.)

Canons. — Les canons, au nombre de 10, juxtaposés dans le plan du châssis, sont vissés par le tonnerre dans la traverse médiane et maintenus par la traverse antérieure. Ils appartiennent au système Berdan, actuellement en service en Russie (1).

Platine. — La partie de l'arme comprise entre la traverse médiane et la traverse postérieure forme une sorte de boîte parallélipipédique, où le mécanisme est renfermé. Cette boîte est douée d'un mouvement de va-et-vient, et porte à l'avant 10 pistons d'acier à section cylindrique, dans le prolongement des canons.

Chaque piston, *b* (fig. 3, 4), est percé d'un canal central où se meut librement une aiguille ou broche de percussion, *c*, et porte en outre, sur sa droite, un extracteur.

En arrière de chaque piston se trouve un chien cylindrique, *d*, en acier, portant en bas et à l'arrière un tenon chanfreiné, guidé par une rainure qui prolonge l'axe du canon correspondant ; à la suite du chien, un long ressort en spirale.

La face inférieure de la platine porte : 1° une came de fermeture, *e*, pouvant pivoter légèrement autour de son axe, et donner ainsi un mouvement rectiligne alternatif à 2 verrous ou réglettes rectangulaires, *f*, qui s'engagent simultanément dans 2 ouvertures de même section pratiquées dans les côtés du châssis ; 2° une plaque directrice, *g*, dans laquelle est pratiquée une rainure courbe qui règle le mouvement de la platine.

Sur deux appendices fixés horizontalement à la traverse

(1) La mitrailleuse Palmcrantz n° 2, expérimentée à Christiania, était munie non de fusils Berdan, mais de fusils du système Remington, qui constitue l'armement de l'infanterie suédoise.

postérieure, repose la plaque de détente ou de déclanchement, *h*, douée d'un mouvement transversal, et dont la fonction est de bander simultanément les 10 ressorts, puis de les faire partir successivement. A cet effet, elle est munie de 10 dents dont la face gauche est chanfreinée, et dont l'épaisseur augmente de $\frac{1}{10}$ à chaque dent, en allant de la droite à la gauche.

Cette plaque est mue de gauche à droite, soit par la pression des tenons des chiens contre les faces chanfreinées des dents, soit par un levier dont il sera question plus loin : elle se meut, de droite à gauche, par l'action d'un ressort, *i*, fixé à la traverse postérieure.

Elle porte, de plus, un appendice, *k*, qui fait saillie en dehors de la traverse postérieure, et qu'on peut immobiliser au moyen d'un arrêt.

Les divers organes qu'on vient de décrire (came de fermeture, platine directrice, plaque de détente), sont commandés par le bras de levier, *l*, calé sur un arbre vertical, *m*, dont le rôle est prépondérant dans le jeu du mécanisme. Ce bras est muni, à l'extrémité, d'une dent qui fait mouvoir la came de fermeture, et d'un galet qui provoque et règle le mouvement de la plaque directrice, et, par suite, de la platine.

Transporteur. — Le transporteur, ou plaque d'alimentation, *y*, a pour mission d'amener, pour chaque salve, les cartouches aux tonnerres des canons, puis d'éloigner les douilles retirées par les extracteurs des pistons.

Cest une pièce en cuivre, munie d'autant d'augets évidés qu'il y a de canons, et pouvant recevoir un léger mouvement horizontal. Ce mouvement lui est imprimé par un bras en forme de fourchette, *s*, qui a pour axe celui de l'arbre moteur, et qui peut osciller dans un plan horizontal par le jeu d'un galet fixé à la face inférieure de la platine.

Appareil de dispersion automatique. — L'arbre moteur

vertical dont on vient de parler reçoit son mouvement de rotation d'un levier de manœuvre, *n*, qui marche horizontalement sous la platine. Ce levier porte lui-même un bras coudé, *o*, terminé par un tenon saillant, *p*, qui joue dans la rainure courbe de l'excentrique de dispersion.

Cet excentrique est mobile autour d'un axe vertical distinct de l'axe de l'arbre moteur.

La rainure où s'engage le tenon du bras coudé est formée d'un arc de cercle ayant même centre que l'arbre moteur, puis d'une courbe à courbure plus grande.

L'excentrique se prolonge par une partie rectiligne dans laquelle est pratiquée une rainure dont la section a la forme d'une queue d'aronde.

D'autre part, la traverse postérieure du châssis est munie d'un guide horizontal sur lequel se meut le glisseur. Ce glisseur est une pièce en bronze, *q*, à laquelle vient s'articuler, par en bas, la tête de la vis de pointage, et qui porte, en outre, un bras d'attache, *r*, dont l'extrémité est munie d'un tenon mobile qui peut parcourir la rainure en queue d'aronde de l'excentrique.

Magasin. — L'alimentation du transporteur se fait au moyen d'un magasin ayant la forme d'une boîte parallélipipédique, munie de 10 cases verticales contenant chacune 25 cartouches. Le long de la paroi postérieure de chaque case sont pratiquées des feuillures pour la libre descente des bourrelets des culots. Un fond mobile, à trous rectangulaires, ferme ou ouvre l'extrémité intérieure des cases. Quand le magasin est en place, les issues des cases se trouvent sur les orifices du couvercle par lesquels les cartouches s'écoulent dans le transporteur par séries successives de 10.

Plaque préservatrice. — Une plaque en tôle ferme en dessous la boîte qui renferme le mécanisme. Des trous de graissage, pratiqués dans la face supérieure de la platine et dans la traverse postérieure, permettent d'huiler les divers organes sans aucun démontage.

Fonctionnement du système. — Après cette description du mécanisme, il est indispensable d'en expliquer le jeu d'une façon synthétique.

Tous les mouvements sont déterminés par la rotation de l'arbre moteur. Cette rotation est imprimée au moyen du levier de manœuvre.

L'arbre moteur porte :

1° Un bras, appelé bras directeur, *l*, calé sur l'arbre même, et faisant marcher la platine, la came de fermeture, *e*, la plaque de détente, *h*;

2° Une fourchette, *s* (non calée sur l'arbre), qui donne le mouvement transversal du transporteur. Le levier de manœuvre, *n*, calé sur l'arbre, porte lui-même un bras coudé, *o*, qui détermine le jeu du disperseur automatique.

Jeu de la platine. — Le mouvement rectiligne alternatif de la platine est provoqué par le galet de l'extrémité du bras directeur, qui roule dans la rainure de la plaque directrice. Cette rainure a une partie en arc de cercle concentrique à l'axe de l'arbre moteur, se raccordant avec une courbe légèrement convexe vers l'arrière. Il en résulte que, lorsque le bras va de gauche à droite, la platine marche en arrière, et inversement.

Jeu de la came de fermeture. — Le tenon de l'extrémité du bras directeur pénètre à un certain moment dans l'entaille de la came de fermeture, et lui donne ainsi un petit mouvement de rotation dans un sens ou dans l'autre, qui détermine le mouvement alternatif des verrous. Ces verrous peuvent ainsi, soit s'engager dans les ouvertures latérales des côtés du châssis, soit en sortir simultanément.

Jeu de la plaque de détente. — Le mouvement rétrograde de la platine amène contre les chanfreins des dents de la plaque de détente les chanfreins des tenons des chiens. En continuant à marcher dans les rainures longitudinales où ils sont guidés, ces tenons pressent sur la plaque de détente, et la poussent à droite.

Puis, quand ils ont cessé de mordre, la plaque est brus-

quement repoussée à gauche par l'action du ressort fixé à la traverse postérieure. Les tenons des chiens sont alors immobilisés derrière les dents de la plaque.

L'échappement du chien à travers les intervalles des dents se fait plus tard, lorsque la plaque de détente est de nouveau portée à droite par l'action du levier de manœuvre.

Jeu du transporteur. — Le dessous de la platine porte un galet qui s'engage entre les deux branches de la fourchette, plus ou moins profondément, selon que la platine est plus ou moins en arrière.

Dans le mouvement rétrograde de la platine, le galet suit d'abord la partie rectiligne de la fourchette qui reste immobile ; puis en pressant contre la partie courbe, il fait osciller la fourchette, déterminant ainsi le mouvement transversal du transporteur, auquel elle est articulée.

Jeu du disperseur. — Le tenon de l'extrémité du bras coudé peut être fixé, par une vis de pression, dans la rainure de l'excentrique, à des distances différentes de l'axe, et lui donner ainsi des rotations d'une amplitude variable.

Le mouvement de cet excentrique anime le bras d'attache d'une rotation qui provoque elle-même la marche du glisseur le long du guide. Mais comme le glisseur est maintenu immobile par la vis de pointage, c'est le châssis qui marche de droite à gauche, pendant que l'excentrique exécute sa rotation.

Sommaire de la manœuvre. — Afin de rendre encore plus claire la description qui précède, nous allons indiquer la série des organes qui entrent successivement en jeu pendant un mouvement complet du levier de manœuvre.

Marche rétrograde du levier. — Prenons pour point de départ le moment où la décharge vient d'avoir lieu.

1er Temps. — Dès que le levier se meut en arrière, le galet de l'extrémité du bras directeur parcourt le cercle concentrique de la plaque directrice ; la platine reste donc immobile.

Mais le tenon du bras coudé parcourant la courbe non circulaire de l'excentrique, l'appareil de dispersion se meut et ramène l'arme de gauche à droite. Dès que ce tenon abandonne la partie courbe pour la partie circulaire, le disperseur s'arrête et l'arme se trouve exactement dans la même position qu'avant le tir. Le ressort de la traverse postérieure agit contre la plaque de détente pour la ramener de droite à gauche.

2e Temps. — Le levier continuant sa marche, le tenon de l'extrémité du bras directeur mord sur l'entaille de la came de fermeture, mouvement qui dégage les 2 verrous. La fermeture n'a plus lieu, et la platine peut se mouvoir à son tour.

3e Temps. — Aussitôt que ces verrous sont dégagés, le galet du bras directeur abandonne le cercle concentrique pour suivre la courbe : la platine se meut en arrière, entraînant les pistons, et par suite les extracteurs qui font tomber les douilles dans les augets du transporteur.

4e Temps. — Dès que les pistons sont entièrement sortis des canons, le galet de la platine arrive contre la partie courbe de la fourchette, portant ainsi le transporteur à gauche. Au même instant, les tenons des chiens commencent à presser sur les chanfreins des dents de la plaque de détente et la portent à droite.

Les douilles extraites tombent à terre. Les chiens ayant tous dépassé l'épaisseur des dents, cessent de presser contre la plaque de déclanchement, qui revient vivement à gauche, par l'action du ressort, en faisant entendre un bruit sec tout à fait semblable à celui de la platine des anciens fusils. Le levier de manœuvre est alors au bout de sa course, la platine est dans sa position la plus éloignée des canons.

Marche en avant du levier. — Continuons la manœuvre en poussant le levier de l'arrière à l'avant.

1er Temps. — Le galet du bras directeur agit sur la courbe de la plaque directrice pour faire marcher la pla-

tine en avant. Le galet de la platine presse sur la courbe de la fourchette, ce qui amène le transporteur à droite : les cartouches tombent dans les augets du transporteur.

2e Temps. — Le mouvement de la platine continuant, les ressorts en spirale, retenus à l'avant par les chiens, se bandent derrière la plaque de détente. Les pistons poussent les cartouches dans les canons.

3e Temps. — Dès que les cartouches sont tout à fait introduites, le mouvement de la platine cesse. Au même moment, le tenon du bras directeur mord sur l'entaille de la came, les 2 verrous s'engagent à la fois dans les ouvertures latérales, et la fermeture est opérée.

4e Temps. — Alors le taquet postérieur du bras directeur commence à agir sur la plaque de détente pour la porter à droite. Chaque chien échappe successivement dès que son tenon arrive à déborder la dent derrière laquelle il s'appuie. Au moment où part le premier chien, le bras coudé commence à mettre en marche l'excentrique de dispersion. Le mouvement fauchant de l'arme continue pendant toute la durée du tir des 10 cartouches, avec une amplitude dépendant de la distance qui sépare le tenon mobile du bras d'attache de l'axe de l'excentrique.

Affût. — L'affût est formé de 2 flèches en fer cornières. Sur les têtes d'affûts un plateau transversal supporte le pivot du châssis.

Une plaque en fer formant le dessus de la flèche peut se relever autour de sa charnière horizontale pour former un strapontin sur lequel le servant doit s'asseoir pour exécuter commodément la manœuvre du levier (fig. 1).

Appareil de pointage (fig. 1, 2). — La tête de la vis de pointage se loge dans la partie inférieure du glisseur. L'écrou de cette vis peut se mouvoir latéralement par l'effet d'une vis horizontale, *t*, dont la course est elle-même réglée au moyen de deux vis, *u*. Un volant, *x*, placé sur le côté sert à manœuvrer la vis horizontale, et peut aider par suite à la dispersion des balles de la décharge, indépendamment de l'appareil automoteur décrit plus haut.

Cartouches. — Les cartouches, fabriquées par l'usine Gévelot, se composent d'une douille en laiton embouti renfermant 4gr,5 de poudre de chasse, et une balle cylindro-ogivale en plomb, à culot évidé, pesant 23 grammes.

L'amorce fulminante est contenue dans une alvéole en cuivre, renfermée dans une alvéole un peu plus grande, qui est elle-même logée dans l'évidement central du culot. Le fond de cet évidement est percé de deux trous pour le passage des gaz de l'amorce et présente une partie légèrement saillante servant d'enclumette.

Le poids total de la cartouche est de 38 grammes.

Poids des diverses parties :

L'arme proprement dite, avec le pivot	130 kil.
L'affût, y compris l'essieu et le système de pointage	67
Les deux roues.	60
Un magasin chargé (250 cartouches).	11

II. RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

Les essais relatifs à la mitrailleuse suédoise ont eu lieu en présence de M. le lieutenant-colonel Staaf, attaché militaire à l'ambassade suédoise, et de M. le lieutenant de vaisseau Ekermann.

Le nombre relativement restreint de cartouches mises à la disposition de la Commission et l'obligation de rendre la mitrailleuse à son inventeur, après la conclusion des expériences, n'ont pas permis d'exécuter des tirs méthodiques assez nombreux pour se rendre compte de la valeur balistique de l'engin de M. Palmcrantz, ni de lui faire subir des épreuves de résistance.

Ainsi limitée dans ses recherches, la Commission a dû porter principalement son attention sur le fonctionnement du mécanisme, et sur la rapidité du tir.

La vitesse initiale des balles, mesurée à 26 mètres de la bouche des canons, au moyen du chronographe Le Boulengé, a été trouvée égale à 440 mètres.

On a tiré un certain nombre de balles, aux distances de 400, 800, 1 000 et 1 200 mètres, contre deux rangées de panneaux espacées de 40 mètres, et ayant chacune $2^m,50$ de hauteur sur 26 mètres de longueur.

Les résultats de ces tirs sont résumés dans le tableau suivant :

DISTANCES.	NOMBRE de balles tirées.	NOMBRE DE BALLES SUR 100 ayant atteint.	
		Le 1er rang.	Le 2e rang.
400m	500	33,6	38,5
800	500	52,3	42,7
1000	1350	37,2	31,8
1200	500	19,8	25,8
Total des balles tirées 2850			

Mécanisme. — Le mécanisme est commode et fonctionne facilement, pourvu que le servant qui manœuvre le levier soit assis sur le strapontin de la flèche d'affût. Les divers mouvements dont l'ensemble ou la succession constituent le jeu de l'arme s'opèrent sans effort, avec une grande précision et une extrême rapidité.

Mais ces qualités disparaissent quand on accélère trop le tir ; il se produit alors des accidents qui ralentissent et même arrêtent la manœuvre.

Nous les détaillerons plus loin.

Disperseur automatique. — Le jeu du disperseur s'opère très-bien et n'augmente pas sensiblement l'effort à développer sur le levier de manœuvre. Il remplit efficacement son but, mais son action devrait être réglée par des expériences spéciales.

Rapidité du tir. — On a obtenu facilement une salve, soit 10 balles par seconde, ce qui fait 25 secondes pour l'écoulement d'un magasin. Mais le remplacement du magasin exigeant environ 8 secondes, on ne peut compter sur plus de 2 magasins, soit 500 balles par minute.

Cette rapidité doit être considérée comme le maximum du rendement de l'appareil, sous peine de gêner le jeu du transporteur et l'écoulement des douilles.

Pour le service de guerre, il faudrait avoir un certain nombre de magasins chargés d'avance, et transportés avec la pièce. En supposant qu'on en pût avoir 6, ils seraient dépensés dans 3 minutes, tandis que le 7e magasin ne pourrait être placé qu'au bout de 5 minutes. Il y aurait ainsi 2 minutes d'interruption, ou tout au moins de ralentissement dans le tir, car en chargeant le transporteur à la main, on n'obtient plus que 60 balles par minute. Il faudrait donc, pour mettre à profit toutes les qualités du système, munir la partie supérieure du magasin d'une sorte de trémie à alimentation continue, comme dans la mitrailleuse Gatling.

Accidents survenus. — 2 850 cartouches en tout ont été tirées pendant les essais, les unes avec lenteur, d'autres avec la plus grande rapidité possible, qui correspond, comme on l'a dit ci-dessus, à 500 balles par minute.

Il s'est produit, dans le courant des expériences, 6 accidents qui ont forcé d'interrompre le tir pendant un temps plus ou moins long. Ces accidents sont tous survenus pendant l'exécution des tirs rapides, et paraissent généralement imputables à l'obturation insuffisante des cartouches.

Le plus grave de tous, qui s'est produit 2 fois, consiste en ceci : lorsqu'une cartouche se décharge par l'arrière, les gaz de la charge agissent sur la broche du piston ; cette broche, violemment refoulée en arrière, sort de son canal, et fait reculer le chien qui la suit ; ce chien se place obliquement dans la rainure longitudinale qui lui sert de guide, et s'arc-boute contre les bords de cette rainure ; le mouvement du levier est arrêté jusqu'à ce qu'on ait remis en place le chien et la broche.

Les autres arrêts signalés dans l'exécution des tirs ne proviennent que de la résistance des douilles métalliques

à l'action des extracteurs, ou à l'exagération de la rapidité de la manœuvre.

Si l'on dépasse, en effet, une certaine rapidité dans le maniement du levier, le jeu du transporteur se fait mal, et les douilles extirpées n'ont pas le temps de s'écouler avant l'arrivée des pistons.

III. CONCLUSIONS.

Les accidents survenus pendant le tir, et le mauvais fonctionnement d'un grand nombre de cartouches amènent à conclure que le mécanisme de la mitrailleuse Palmcrantz laisse à désirer sous le rapport de la fermeture.

Il faut distinguer, dans tout engin analogue à celui que nous avons ici en vue, la fermeture de l'obturation : l'une est produite par le jeu du système, l'autre par la cartouche. Ces deux effets sont indépendants, mais concourent au même but. Moins la fermeture sera hermétique, et plus l'obturation devra être parfaite.

Or, ici, la fermeture se produit automatiquement, sans serrage, par deux règles transversales, faisant office de verrous, en s'introduisant dans les ouvertures latérales du châssis. Cette introduction exige un certain jeu, et ce jeu, quelque faible qu'il soit, nuit à l'herméticité de la fermeture.

Il n'est donc pas étonnant que les cartouches employées, malgré leur fabrication très-soignée, se soient comportées d'une façon si défectueuse.

Sur les 2 850 cartouches tirées, il y a eu 27 douilles fendues, et 66 culots présentant des fuites de gaz plus ou moins considérables autour de la capsule.

Quelques-unes de ces capsules ont même entièrement disparu par la décharge en arrière.

Peut-être les résultats eussent-ils été meilleurs si l'on s'était rapproché davantage de la cartouche américaine pour mitrailleuse Gatling. Dans celle-ci, la douille en lai-

ton paraît plus élastique, et le cylindre en cuivre embouti, qui entoure l'enclumette, doit améliorer l'obturation.

D'autre part, les cartouches se seraient peut-être très-bien comportées dans un fusil Berdan, tiré à l'épaule. Mais avec la fermeture insuffisante de la mitrailleuse Palmcrantz, elles ont produit une obturation tout à fait imparfaite, ainsi qu'on pouvait en juger aux fumées qui s'échappaient quelquefois de la partie supérieure du magasin pendant l'exécution des tirs rapides.

Il serait donc indispensable, ou d'améliorer le système de fermeture, ou d'employer des cartouches d'une fabrication exceptionnelle.

Chaque broche devrait, en outre, être munie d'un arrêtoir qui l'empêcherait de sortir par l'arrière du canal du piston, au cas où une cartouche se déchargerait exceptionnellement par l'arrière. Enfin, en consolidant le magasin et le munissant d'une trémie à alimentation continue, on développerait les qualités éminentes que la mitrailleuse Palmcrantz possède sous le rapport de la rapidité du tir.

Au point de vue purement théorique, l'ensemble du mécanisme est très-remarquable. Bien que certaines parties, telles que les pistons et les extracteurs, aient la plus grande analogie avec les organes similaires de la mitrailleuse Gatling, on ne peut s'empêcher de lui reconnaître beaucoup d'originalité et une ingéniosité réelle. Mais il est compliqué, d'un démontage long et difficile. Enfin, la résistance qu'il serait susceptible d'offrir dans le service de campagne, inspire des doutes que des expériences spéciales pourraient seules confirmer ou détruire.

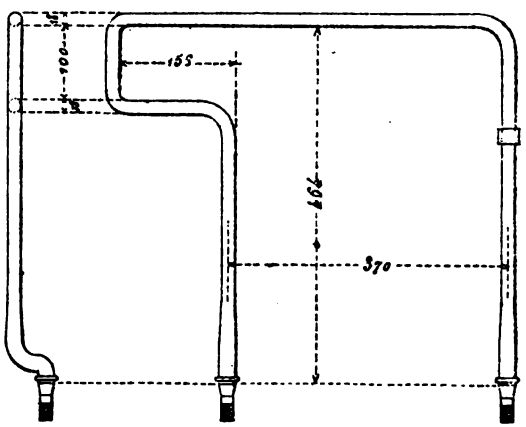
A. Barbe, *chef d'escadron d'artillerie*,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Dispositions adoptées provisoirement pour le transport des sacs des servants sur les coffres de 12 et pour l'affectation de ces coffres aux munitions du canon de 7. — A la date du 9 octobre 1873, M. le Ministre de la guerre a décidé que les coffres de 12 seraient provisoirement appropriés au transport des sacs des servants et aménagés pour les munitions du canon de 7.

Les modifications adoptées pour les poignées, en raison du transport des sacs, seront appliquées à deux coffres par caisson, soit de la batterie proprement dite, soit de la portion de parc, savoir : au coffre de l'avant-train et au coffre de devant de l'arrière-train pour tout caisson portant une roue de rechange ; aux deux coffres de l'arrière-train pour tout caisson sans roue de rechange. Elles consistent à allonger de 156^{mm} la partie horizontale des poi-

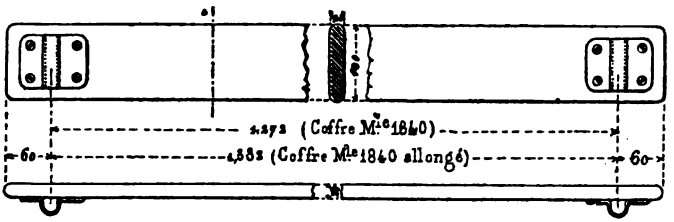
Poignée (1/10)



gnées et à la surélever de 200^{mm} environ, de façon à donner un appui suffisant aux sacs garnis de leurs effets de campement lorsqu'ils sont placés sur le coffre.

Les sacs sont maintenus latéralement, d'une part, au moyen d'une large courroie qui réunit les longues branches verticales des poignées et, d'autre part, au moyen d'un dossier en bois fixé à demeure à la partie supérieure des branches opposées. Pour le coffre d'avant-train et

Dossier ($\frac{1}{10}$)



celui de devant de l'arrière-train, le dossier est placé du côté des charnières ; dans le cas où l'on emploie le second coffre de l'arrière-train, le dossier doit se trouver du côté de l'ouverture.

Les sacs sont disposés verticalement, au nombre de sept, sur le couvercle du coffre, l'un des côtés prenant appui contre le dossier. Les deux sacs extrêmes portent chacun une marmite ou un bidon ; avant de les placer, on dégage la grande courroie de sa passe supérieure. Les deux sacs étant appliqués contre les poignées, on introduit la courroie, après l'avoir fait passer par-dessus la poignée, dans les chapes de la marmite ou du bidon, et on la fixe au boucleteau inférieur. Si on ne prend cette précaution, la passe peut être arrachée et le sac est exposé à des dégradations.

C'est par les sacs extrêmes que l'on doit commencer le chargement ; les autres sont ensuite rangés en allant des bouts du coffre vers le centre. Lorsque les sacs sont installés sur le coffre, on interpose quelques bouchons de paille, si cela est nécessaire, pour assurer la stabilité du

chargement, puis on boucle le contre-sanglon de la courroie (1).

Aménagement des coffres de 12 pour les munitions du canon de 7. — Des tables de construction approuvées par M. le Ministre de la guerre, à la date du 9 octobre 1873, contiennent toutes les données nécessaires à l'appropriation des coffres de 12, soit du type allongé construit pendant cette dernière guerre, soit du modèle 1840, au transport des munitions de 7.

A l'aide des dispositions adoptés (2), le coffre allongé peut être approvisionné à 30 coups, et le coffre modèle 1840 à 28 coups.

Dans chacun de ces types de coffres, les munitions seront réparties, entre les différentes cases, de la manière suivante :

DÉSIGNATION DES CASES.	COFFRE ALLONGÉ.			COFFRE Mle 1840.		
	Gargousses.	Obus.	Étoupilles.	Gargousses.	Obus.	Étoupilles.
Case du milieu. Couche inférieure.....	22	»	»	20	»	»
Case du milieu. Sur le couvre-charges..	8	»	»	8	»	»
Case de droite. Couche inférieure.....	»	12	»	»	12	»
Case de droite. Sur le couvre-obus.....	»	3	»	»	2	»
Case de gauche. Couche inférieure.....	»	12	»	»	12	»
Case de gauche. Sur le couvre-obus.....	»	3	»	»	2	»
Poche à étoupilles (côté droit).....	»	»	40	»	»	40
Totaux.....	30	30	40	28	28	40

(1) On doit employer de préférence les coffres modèle 1840, construits d'après les tables de construction du 13 avril 1867. Si l'on se servait de coffres antérieurs à cette date, on devrait préalablement les modifier, c'est-à-dire les garnir de pattes de poignées et d'étriers de portereau. — Lorsqu'on emploie des coffres modèle 1840 allongés, les dispositions restent les mêmes : la longueur seule du dossier est augmentée en raison de l'écartement des poignées.

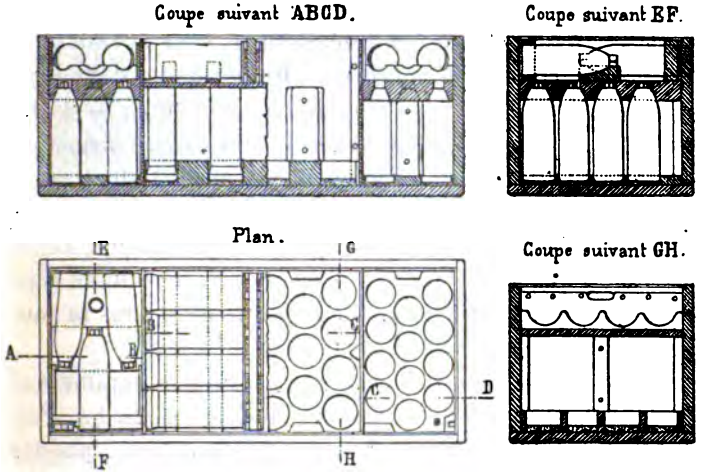
(2) Le coffre a été divisé au moyen de séparations en tôle, recouvertes de toile, en trois compartiments : celui du milieu est réservé aux gargousses, ceux des extrémités aux projectiles. Du côté des charges, les séparations sont en outre garnies d'une basane collée sur la toile.

Sur le fond de chaque compartiment est appliquée une planche percée d'ouvertures circulaires destinées à recevoir les culots des gargousses ou ceux des obus. Le fond des ouvertures est muni, dans la case aux charges, d'une rondelle en feutre, et dans les cases extrêmes, d'une rondelle en buffle.

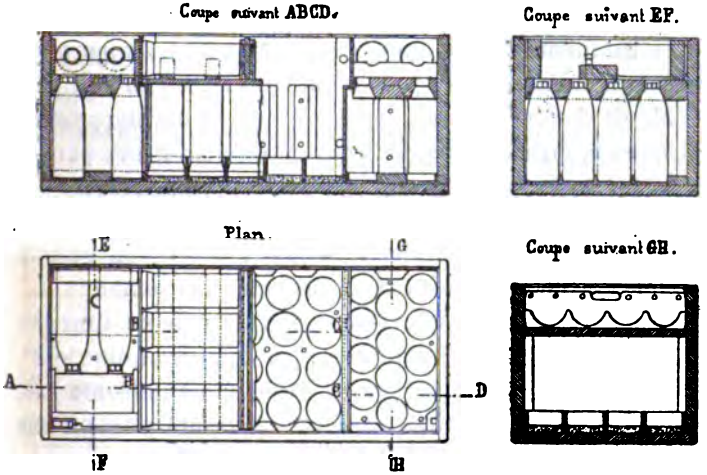
Les pièces mobiles de la couverture du coffre se composent d'un couvre-charges et de deux couvre-obus.

Deux tasseaux fixés au couvre-charges, de chaque côté de la traverse placée en son milieu, sont destinés à supporter des gargousses couchées; les couvre-obus sont munis, vers leur milieu, d'un demi-sabot en bois, et, à leurs extrémités, de traverses

Coffre à munitions, modèle 1840 allongé.



Coffre à munitions, modèle 1840.



percées d'ouvertures circulaires, pour embrasser soit la partie ogivale, soit le culot des projectiles qu'ils doivent recevoir.

Contre le dessus du couvercle sont appliqués des tasseaux garnis de bandes de buffle et des demi-sabots correspondant à ceux dont il vient d'être fait mention ; cette partie du couvercle porte, en outre, des bandes de buffle destinées à exercer une pression sur les traverses des couvre-obus.

Enfin, le coffre est pourvu de tasseaux particuliers, de gaînes et de poches en cuir dont l'emploi est indiqué plus loin.

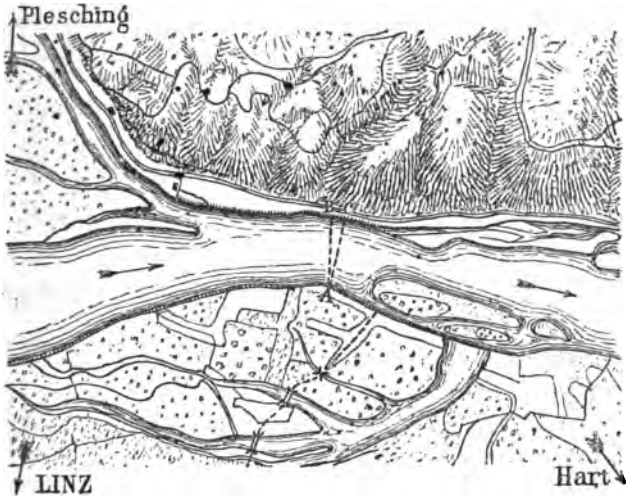
Les coffres renferment, en outre, les objets suivants : 1 spatule dans sa gaîne, sous le couvercle de chaque coffre (*côté gauche*); — 1 crochet à désétouper, sous le couvercle de chaque coffre (*côté gauche*); — 400 grammes d'étoupes, sur le couvre-obus de gauche de chaque coffre; — 1 clef à fusées, engagée dans son tasseau, dans l'angle formé par le devant et le bout de chaque coffre d'avant-train (*case de gauche*); — 1 hausse, engagée dans son tasseau, dans l'angle formé par le devant et le bout de chaque coffre d'avant-train d'affût et de caisson de première ligne (*case de droite*); — 10 lanières, dans la poche fixée sous le couvercle de chaque coffre d'avant-train (*côté droit*).

Dans la distribution des munitions, on doit commencer par prendre celles de la couche supérieure, en les remplaçant, au fur et à mesure de la consommation, par des obus et des gargousses pris dans la couche inférieure.

Manœuvres des pontonniers autrichiens à Linz, en septembre 1873. (Extrait de la *Revue militaire autrichienne de Streffleur.*) — Les bataillons de pontonniers disposant, en temps ordinaire, d'un matériel trop restreint pour qu'il leur soit possible de donner à leurs exercices tout le développement désirable, et, d'ailleurs, se trouvant souvent gênés par les exigences de la navigation fluviale et la disposition des cours d'eau qui traversent leurs garnisons, il est d'usage, en Autriche, d'en réunir de temps en temps un certain nombre pour l'exécution de manœuvres d'ensemble.

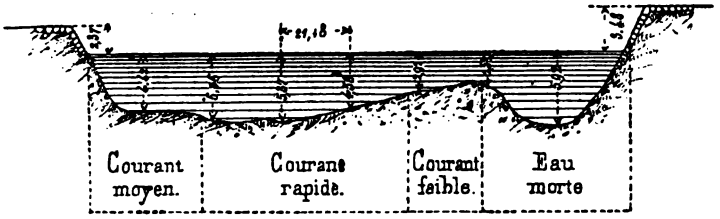
En 1873 on a choisi, dans ce but, la ville de Linz; au 2e bataillon, cantonné dans cette place, on a adjoint le 3e, en résidence à Prague, où la Moldau ne présente pas, en général, de difficultés sérieuses à l'établissement des ponts. L'emplacement fixé pour les manœuvres se trouvait à 3 800 mètres en aval de Linz, au-dessous du confluent du bras venant de Plesching. En cet endroit, la largeur du fleuve, mesurée entre les deux berges (revêtues en maçonnerie), est de 270 mètres. Un banc de sable, qui se prolonge en aval en donnant naissance à plusieurs îles,

partage le lit du Danube en deux régions distinctes : du côté de la rive droite, le courant est assez fort; la vitesse



Échelle $\frac{1}{48800}$.

Profil suivant AC.



Échelle des dimensions { verticales. . $\frac{1}{576}$. horizontales $\frac{1}{5456}$.

de l'eau s'élève jusqu'à $2^m,30$; elle diminue progressivement en approchant du banc de sable et est à peine sensible à la rive gauche. Le courant s'inclinant du côté de cette dernière rive, on dut donner aux ponts une direction AB, oblique à celle des bords du fleuve, de sorte que leur longueur atteignit 296 mètres.

Sur la rive droite, le terrain est plat et couvert, en partie, de prairies humides; l'autre rive présente, au con-

traire, des pentes boisées assez raides. Le terrain ne se prête donc pas seulement aux exercices spéciaux des pontonniers, il convient encore très-bien aux opérations d'un corps d'armée qui, de la rive gauche, voudrait passer sur la rive droite. En effet, les préparatifs nécessaires pour l'exécution de ce mouvement peuvent être exécutés à couvert dans le bras de Plesching, et les hauteurs qui bordent le Danube offrent d'excellentes positions pour les batteries destinées à protéger le débouché des ponts.

Les exercices des pontonniers devaient avoir lieu du 9 au 26 septembre : le programme, établi par le colonel com-

DATE.	VITESSE du courant.	OBJET DE LA MANŒUVRE.	LONGUEUR du pont.	NOMBRE des corps de support		NOMBRE de ancr
				fixes.	flottants.	d'amont.
Sept.			mètres			
9	2m,21	Construction d'un pont par bateaux successifs, en partant de la rive droite (pontons de deux parties). Repliement du pont par bateaux successifs, en partant du milieu	302	2	45	42
10	2m,29	Construction d'un pont par bateaux successifs, en partant des deux rives (pontons de deux et de trois parties). Repliement par bateaux successifs en partant du milieu	296	2	44	33
11	2m,29	Construction d'un pont, mêmes dispositions que le 10 septembre. Repliement par bateaux successifs, en partant de la rive gauche	296	2	44	33
12	2m,21	Transport de troupes	»	»	»	»
13	2m,21	Transport de troupes. Construction d'un pont, mêmes dispositions que le 10 septembre	296	2	44	41
15	1m,90	Transport de troupes. Construction d'un pont, mêmes dispositions que le 10 septembre	296	2	44	41
17	1m,93	Construction d'un pont par bateaux et par portières, en partant des deux rives. Repliement par bateaux et par portières, en partant du milieu	296	2	43	36
20	1m,93	Construction, pendant la nuit, d'un pont par bateaux successifs, en partant de la rive droite. Repliement, pendant la nuit, en partant de la rive gauche.	176	1	25	22
22	2m,21	Construction d'un pont par bateaux et par portières, en partant des deux rives. Repliement par bateaux et par portières, en partant du milieu	296	2	43	35
23	1m,93	Même manœuvre que le 17 septembre	296	2	43	25
25	2m,10	Construction d'un pont à double voie, par bateaux successifs et en partant des deux rives. Repliement par bateaux successifs, en partant du milieu	195	4	32	21
26	1m,90	Construction d'un pont par bateaux et par portières, en partant des deux rives. Repliement par bateaux successifs, en partant de la rive gauche	296	2	43	31

mandant le régiment et approuvé par le Ministre de la guerre, subit, lors de l'exécution, divers changements nécessités par le mauvais temps. Il fut d'ailleurs décidé que les troupes de la 3e division, cantonnées dans la Haute-Autriche, qui se livraient à cette époque à des manœuvres autour de Linz, seraient exercées au passage des rivières, et que, par suite, les travaux des pontonniers seraient, jusqu'au 16 septembre, combinés avec les opérations de cette division.

Le tableau suivant contient quelques renseignements relatifs à la construction et au repliement des ponts :

[illegible]	EFFECTIF normal.			EFFECTIF employé.			NOMBRE DES ÉQUIPAGES de pont employés.	TEMPS NÉCESSAIRE pour		TEMPS NÉCESSAIRE pour		TEMPS NÉCESSAIRE pour	
	Officiers.	Sous-officiers.	Pontonniers.	Officiers.	Sous officiers.	Pontonniers.		construire le pont.	replier le pont.	construire une travée.	replier une travée.	ouvrir la portière.	fermer la portière.
[illegible]	6	32	264	6	32	282	6	3 h. 00m	1 h. 16m	3m,6	1m,5	11m	32m
[illegible]	7	35	294	7	45	290	7	2 h. 15 1/2	1 h. 22	2m,8	1m,7	13m	14m
[illegible]	7	35	294	7	47	348	7	1 h. 27	1 h. 12	1m,8	1m,5	8m	14m
[illegible]	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
[illegible]	11	47	414	11	65	407	11	1 h. 29	0 h. 42 1/2	1m,8	0m,8	9m 1/2	12m
[illegible]	11	47	414	11	65	407	11	1 h. 17	1 h. 1	1m,8	1m,2	9m	11m 1/2
[illegible]	10	44	384	10	49	349	10	1 h. 35 1/2	0 h. 52 1/2	2m,0	1m,1	13m	10m
[illegible]	4	19	162	5	30	276	4	2 h. 35	0 h. 57	4m,2	1m,4	»	»
[illegible]	6	32	264	8	45	356	6	1 h. 19	1 h. 3	1m,7	1m,3	13m	13m
[illegible]	10	44	384	10	41	350	10	1 h. 2 1/2	0 h. 38	1m,8	0m,8	7m	7m
[illegible]	10	44	384	10	57	376	10	1 h. 54 1/2	0 h. 34 1/2	3m,3	1m,0	»	»
[illegible]	6	32	264	8	50	312	6	1 h. 12	1 h. 10	1m,5	1m,5	7m 1/2	8m 1/2

Remarque. Les excédants d'effectif indiqués pour le 11 et pour le 15 septembre proviennent de ce que, ces jours-là, les troupes furent exercées au passage des rivières, en même temps que l'on exécutait les travaux de pontage ; les 20, 22 et 26 septembre, on forma en double les détachements des madriers et des poutrelles, pour relever les hommes avant de replier le pont.

En résumé, dit la Revue autrichienne, les pontonniers eurent souvent à lutter contre des difficultés sérieuses dont ils triomphèrent toujours. Il convient donc de rendre justice à leur habileté et de reconnaître en même temps les qualités de leur matériel. On doit aussi se louer d'avoir rattaché à leurs exercices les manœuvres tactiques de la 3e division. Ces opérations combinées furent très-profitables à l'instruction des troupes et se terminèrent de la façon la plus satisfaisante, le 15 septembre, en présence de l'empereur François-Joseph.

L'hypothèse admise pour cette journée était la suivante : Un corps ennemi, opérant sur la rive droite du Danube, a poussé son avant-garde jusqu'à Hart; une armée, venant de Bohême, entreprend de le devancer sur la Traun ; trouvant les ponts de Linz rompus, elle franchit le Danube au-dessous de cette ville, à l'endroit le plus favorable, et marche sur Hart.

On avait rassemblé dans le bras de Plesching, outre les bateaux destinés à entrer dans la construction du pont, les embarcations nécessaires pour transporter de l'autre côté du fleuve une avant-garde forte d'un bataillon ; à la suite de ces embarcations, on avait disposé le matériel qui allait être mis en œuvre sur la rive droite, les travaux étant entrepris sur les deux rives à la fois. (Ces opérations préliminaires pourraient être accomplies quand même l'ennemi surveillerait la rive droite, puisque, de cette rive, on n'a aucune vue sur le bras de Plesching.) La manœuvre commença aussitôt après l'arrivée de l'empereur, à 6 heures 28 minutes. Onze minutes plus tard, le batail-

lon d'avant-garde avait pris terre et occupait les prairies de la rive droite de manière à couvrir les travaux des pontonniers, en même temps que des batteries s'établissaient sur les hauteurs de la rive gauche. Le pont fut terminé à 7 heures 45 minutes; à ce moment apparut la tête de la brigade von König, dont les troupes commencèrent immédiatement à franchir le fleuve; le défilé eut lieu dans l'ordre suivant : un escadron de cavalerie, une demi-batterie de 8, 6 bataillons d'infanterie, un régiment de cavalerie et deux caissons d'ambulance; il dura 45 minutes. On dut alors ouvrir la portière pour laisser passer le bateau à vapeur qui fait le trajet de Linz à Vienne. Quand la communication eut été rétablie, on fit encore passer sur le pont 10 pièces de 8. Dans l'intervalle, les troupes qui avaient déjà franchi le fleuve s'étaient portées contre Hart. La manœuvre se termina par une attaque dirigée sur cette localité.

Artillerie bavaroise; budget extraordinaire. — Le gouvernement bavarois a présenté aux Chambres une demande de crédit extraordinaire de 24 000 000 florins (50 400 000 fr.) pour le ministère de la guerre. Dans cette somme, le matériel d'artillerie et les armes portatives figurent pour 12 740 700 florins (26 755 470 fr.); les principaux articles se décomposent ainsi :

	Florins.	Francs.
99 000 fusils d'infanterie, à 35 fl.	3 465 000	7 276 500
5 000 carabines, à 24 $^1/_2$ fl. . . .	122 500	257 250
8 000 pistolets, à 19 $^1/_4$ fl.	154 000	323 400
Munitions afférentes à ces armes.	1 002 400	2 105 040
Construction d'un matériel nouveau d'artillerie de campagne et munitions correspondantes . . .	4 377 100	9 191 910
Fabrication de bouches à feu de place (avec munitions et accessoires) et création d'un parc de siége.	2 100 000	4 410 000

	Florins.	Francs.
Fabrication de shrapnels avec fusée à temps du modèle prussien (signalée par le gouvernement comme une nécessité urgente).	950 600	1 996 260
Agrandissement des établissements militaires.	252 000	529 200

Canon de 2 pouces proposé par MM. Baranowski et Broadwell. — Des expériences intéressantes ont été faites récemment à Saint-Pétersbourg avec un canon de 2 pouces, à tir rapide, de l'invention de MM. Baranowski et Broadwell. Ce canon, très-léger, est en acier et se charge par la culasse; le mécanisme de fermeture a beaucoup d'analogie avec celui du fusil Berdan. La culasse mobile se manœuvre au moyen d'un levier que l'on rabat horizontalement pour fermer le canon; pour charger, on relève le levier et on le tire en arrière; le premier mouvement bande le ressort du percuteur et fait agir l'extracteur; le second mouvement découvre la chambre, et rejette à l'extérieur la cartouche vide. Le pourvoyeur place une cartouche dans la chambre; le servant qui tient le levier le pousse en avant et le rabat sur le côté; ce dernier mouvement assure la fermeture de la culasse et rend la liberté au ressort du percuteur qui vient frapper l'amorce de la cartouche; le mécanisme est disposé de telle façon que le percuteur ne puisse se porter en avant qu'au moment où la fermeture est complète.

L'âme de la pièce, d'un diamètre de $50^{mm},8$, a 18 rayures du pas uniforme de 30 calibres. Les projectiles dont on fait usage, sont de quatre espèces différentes :

1° Obus ordinaire, pesant 4 livres ($1^{k},638$) et renfermant une charge explosive de $0^{liv},2$ (82 grammes);

2° Shrapnel contenant 44 balles de plomb du poids de 13 grammes; la charge explosive est placée entre le culot du projectile et les balles;

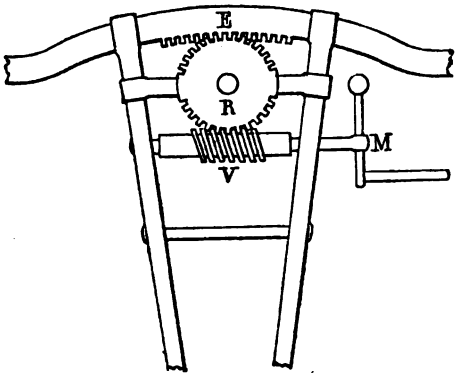
3° Obus allongé, contenant $0^{liv},45$ (184 grammes) de poudre;

4° Boîte à mitraille, renfermant 160 balles de plomb.

Les projectiles des trois premières catégories sont revêtus d'une chemise mince de plomb, présentant deux bourrelets, l'un près du culot et l'autre à la naissance de l'ogive. Dans les expériences faites en Russie, les shrapnels étaient armés de la fusée à temps du modèle adopté par l'artillerie russe, et les obus ordinaires ou allongés, de fusées percutantes de divers systèmes.

La cartouche est métallique et à percussion centrale; la douille est en fer-blanc et soudée suivant une génératrice; le culot est embouti et renforcé à l'intérieur par un anneau plat en fer, au centre duquel se place l'amorce, qui a été jusqu'à présent une capsule de cartouche Berdan.

La rapidité du tir, d'après les inventeurs, serait de 20 à 25 coups par minute. Pour obtenir cette grande rapidité, il faut immobiliser la pièce dans le tir et supprimer le recul. Dans ce but, l'affût porte sous le bout de crosse une sorte d'ancre, pointe triangulaire semblable à un soc de charrue, qu'on enfonce dans le sol quand on met la pièce en batterie, après avoir placé celle-ci approximativement dans la direction du but; le premier coup suffit pour assujettir l'ancre complétement. Pour le pointage en direction, l'affût est disposé de la manière suivante: l'essieu, en



acier, présente en son milieu une partie courbée en arc de cercle, dont le centre se trouve à la pointe de l'ancre;

les flasques peuvent se déplacer sur l'essieu en glissant sur cette partie courbée. Ce mouvement de glissement s'obtient au moyen d'une vis sans fin, V, qu'on manœuvre avec la manivelle M et d'une roue dentée, R. Celle-ci engrène d'un côté avec la vis sans fin et de l'autre avec la partie courbée de l'essieu, E, qui est dentée.

Le pointage en hauteur s'obtient au moyen de deux vis de pointage intérieures l'une à l'autre.

Les flasques, en tôle ployée, sont solidement reliés entre eux vers la crosse où est fixée l'ancre. Les roues, à moyeu métallique, sont très-légères ; elles ont bien résisté dans les expériences, même lorsque la pièce tirait dans une direction sensiblement éloignée de la perpendiculaire à l'axe des roues.

La justesse de tir du canon de 2 pouces serait, paraît-il, satisfaisante jusqu'à la distance de 3 000 mètres; l'angle de tir correspondant à cette distance serait de 15°. Il faut trois hommes pour le service de la pièce : un pointeur manœuvrant la culasse et deux pourvoyeurs ; deux hommes suffisent à la rigueur, et peuvent au besoin la traîner à bras, si l'attelage vient à manquer.

Artillerie anglaise; adoption de l'affût Moncrieff. — Un certain nombre d'affûts Moncrieff étaient depuis longtemps en service; mais ce n'est qu'au mois d'avril 1873, que ce genre d'affûts a été définitivement adopté pour les canons de 7 pouces. La *Revue d'artillerie* en a donné, dans sa livraison de février 1873, une description succincte et un croquis, que compléteront les renseignements suivants sur le poids des différents éléments :

Affût proprement dit.	1 727 kil.
Élévateurs	6 045
Contre-poids.	9 043
Châssis.	5 714
Poids total.	22 529 kil.

Il n'a encore été construit que 20 affûts de ce modèle.

Artillerie italienne: matériel de campagne. — Le Ministre de la guerre a présenté, le 20 janvier dernier, à la Chambre des députés une demande de crédit supplémentaire pour acquisition de matériel d'artillerie de campagne.

Les dépenses projetées sont les suivantes :

Achèvement des 60 batteries nouveau modèle dont la construction a été ordonnée par la loi du 30 juin 1872	569 780f
Approvisionnement desdites batteries en shrapnels	252 000
Construction de 20 nouvelles batteries de réserve	1 522 270
Construction d'affûts, acquisitions de caissons, etc.	1 155 950
Total	3 500 000f

Ces dépenses doivent être comprises pour 1 500 000 livres sur le budget extraordinaire de 1874, pour 1 500 000 sur celui de 1875, et pour 500 000 sur celui de 1876.

(*Italia Militare*, 24 janvier.)

Mitrailleuse Gatling ; épreuves de tir exécutées aux États-Unis.— Le département de la marine, afin d'éprouver la solidité des nouvelles cartouches métalliques, récemment adoptées, et fabriquées par la Compagnie Lowell et Mass (*United States Cartridge Company*), en même temps que la puissance et la résistance du canon Gatling du calibre de $^{50}/_{100}$ de pouce (12mm,5) a ordonné que 100 000 cartouches du calibre de $^{50}/_{100}$, contenant la charge réglementaire, seraient tirées avec ce canon au fort Madison, près d'Annapolis.

Les expériences (1) commencèrent le 23 octobre et durèrent deux jours. Le 23, on tira 30 000 coups, et le 24, 64 000, sans nettoyer les canons. Après cette épreuve sans précédent, la pièce fut pointée (sans que les canons eussent

(1) Un grand nombre d'officiers de l'armée et de la marine ont assisté à ces expériences qui ont été exécutées sous la direction du lieut.-commandant J. D. Marvin, de la marine des États-Unis, commandant du fort Madison.

été nettoyés) contre un but de 12pi (3m,648) de haut sur 12pi de large, placé à 300 yards (273 mètres) de la bouche à feu. Sur 30 coups tirés, 29 projectiles frappèrent le but vers le centre avec une pénétration suffisante.

On peut croire qu'un aussi grand nombre de coups n'a jamais été tiré jusqu'ici par aucune arme. Il est d'ailleurs à remarquer qu'après quatre à cinq mille décharges, l'encrassement des canons a cessé d'augmenter. — Pendant une partie des expériences, il a été tiré jusqu'à 400 coups par minute; le récipient dans lequel se trouvaient les cartouches et qui en contenait 400 a été fréquemment vidé en 50 ou 55 secondes. Aucune des têtes des cartouches employées ne s'est rompue, toutes les douilles ont pu être retirées, et bien qu'en un certain nombre d'entre elles, d'une résistance insuffisante, des fentes se soient produites, un seul coup a été tout à fait défectueux (1). Les cartouches sont fabriquées par un nouveau procédé, qui prévient toute détérioration dans la fibre du métal employé.

(Extrait du *Scientific American Journal.*)

Armes à répétition; inspection passée dans le canton de Schaffhouse. — Dans le courant du mois de décembre dernier, le canton de Schaffhouse a fait procéder à une inspection détaillée des fusils et mousquetons à répétition. Les réparations légères devaient être exécutées sur place, tandis que les armes plus gravement endommagées devaient être retirées des mains du soldat pour être remises en état dans les ateliers spéciaux de l'arsenal. Les résultats de cette inspection, dont fut chargé le capitaine Veillon, montrent combien il est urgent de surveiller, avec un soin extrême, l'arme précieuse et délicate confiée aux troupes fédérales. L'examen des 950 fusils et 45 mousquetons a donné les résultats suivants :

(1) D'après l'*Army and Navy Journal*, la fente était toujours limitée à la partie cylindrique et n'arrivait jamais jusqu'au culot; il ne s'est donc produit ni fuite de gaz, ni obstacle à l'extraction.

	Réparés sur place.	Envoyés à l'arsenal.
Canons hors d'usage	»	3
Id. rouillés	62	106
Id. fortement plombés	4	»
Id., défauts de fabrication	4	27
Id., hausses à fixer	3	»
Boîte de culasse, dégradations à la gâchette . .	29	»
Id., ressorts de coin ou de gâchette cassés.	»	3
Culasse mobile, dégradations à diverses pièces.	72	7
Appareil à répétition et magasin, id.	43	12
Montures dégradées ou mal ajustées	15	11
Divers (vis, ressorts d'anneaux, etc.).	257	3
Total.	489	172

Ainsi, après deux ans de service au plus, 17 % des armes étaient tellement endommagées qu'il a fallu les envoyer aux ateliers spéciaux de l'arsenal [1], et près de la moitié d'entre elles ont eu besoin de réparations plus ou moins importantes. (Extrait de la *Revue militaire suisse*, n° 2, 1874.)

Nettoyage des armes à feu au moyen du pétrole. — Ni l'huile ni la graisse, suivant le *Polytechnisches Notizblatt*, ne garantissent suffisamment les armes à feu contre la rouille. Les huiles siccatives deviennent résineuses, les huiles non siccatives rancissent rapidement et subissent, sous l'influence de l'air, une altération qui entraîne l'oxydation des pièces en fer qu'elles recouvrent. Le pétrole ne présente pas le même inconvénient : étendu en couche mince sur un canon de fusil, il le soustrait complétement aux atteintes de l'humidité; l'eau s'évapore, mais l'huile minérale reste et il ne se montre aucune trace de rouille. Il est indispensable que le pétrole soit bien pur; l'huile non rectifiée, telle qu'elle se trouve dans le commerce,

[1] Il n'est pas inutile de faire remarquer que, parmi les dégradations importantes qui ont été signalées ci-dessus, le plus grand nombre ne doit pas être attribué au mécanisme à répétition. (*N. d. l. R.*)

attaquerait certainement le métal. Il faut éviter aussi de le laisser couler sur la monture, dont le vernis serait altéré.

Le nettoyage s'exécuterait de la façon suivante : Chaque soldat serait pourvu, outre une petite fiole en fer remplie de pétrole purifié, de chanvre ou d'étoupes bien sèches, et enfin d'une brosse ronde en soies de porc, de dimensions en rapport avec celles du canon et de la chambre, et pouvant se visser au bout de la baguette à laver. Après avoir garni l'extrémité de cette baguette d'un tampon en chanvre ou en étoupes, fortement imbibé de pétrole, on l'introduit dans le canon et on lui imprime un mouvement de va-et-vient en même temps qu'on la fait tourner. Au bout de dix ou douze passes, on retire la baguette et on enlève le tampon qu'on jette après s'en être servi pour essuyer les deux extrémités du canon. La plus grande partie de la crasse est enlevée par cette première opération. On passe ensuite une douzaine de fois dans le canon, en la faisant également tourner, la brosse imprégnée de pétrole, de manière à enlever les impuretés qui sont restées attachées au métal. Cela fait, on introduit de nouveau dans le canon la baguette à laver, dont l'extrémité est garnie cette fois d'un tampon bien sec de chanvre ou d'étoupes, que l'on renouvelle jusqu'à ce qu'on ne remarque plus de trace de pétrole.

Les brosses en fil de fer, qui pourraient dégrader l'intérieur des canons, ne doivent pas être employées pour le nettoyage des armes. On ne se servira pour cet usage que d'étoupes bien souples, de chanvre, de chiffons de laine et de matières semblables: le pétrole suffit pour dissoudre les crasses.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Histoire de la Cavalerie française, par le général Susane (Paris, Hetzel, 1874).

Pour faire suite à l'*Histoire de l'ancienne Infanterie* qu'il a publiée il y a environ 20 ans, M. le général Susane vient d'écrire l'*Histoire de la Cavalerie française.* Dans chacun de ces ouvrages l'auteur s'est donné pour but de rechercher les origines, la filiation et les transformations successives des troupes de l'ancienne armée, d'élucider, en un mot, la partie de nos annales militaires pour laquelle les documents formels font défaut.

L'*Histoire de la Cavalerie française* est divisée en deux parties : la première traite des origines de la cavalerie et de ses organisations successives jusqu'en 1830; la seconde renferme les monographies des différents corps.

La première partie comprend cinq chapitres répondant chacun à une des grandes divisions du sujet.

Le premier chapitre est consacré à l'étude de l'ancienne chevalerie, telle qu'elle fut constituée à la suite de la révolution féodale, par les ordonnances royales et notamment par l'édit de Charles le Chauve, en 864. Cette chevalerie *fieffée*, formant dans l'État une véritable association politique, d'une puissance souvent redoutable pour la royauté elle-même, se transforme peu à peu, sous les efforts constants du pouvoir royal, en chevalerie volontaire, puis en chevalerie soldée, et finit enfin par disparaître, au XVe siècle, à la suite de l'invention des armes à feu. Le roi Jean, en 1351, Charles V, en 1373, tentent successivement de régulariser la hiérarchie et d'établir la formation par compagnies, mais ce n'est qu'en 1439, sous Charles VII, que les États d'Orléans décident la formation des *compagnies des ordonnances du Roy*, point de départ d'un nouveau système de levée et de la permanence de l'armée : 15 compagnies de 100 lances

cune, sont créées en 1445 et placées sous le commandement de chefs renommés, choisis parmi les compagnons de Charles VII et de Jeanne d'Arc.

Dans le chapitre II, l'auteur étudie la période qui suit cette création et aboutit à la formation de la cavalerie légère. Vers la fin du xve siècle, au moment des guerres d'Italie, le nombre des compagnies augmente, mais toutes ne comptent plus le même chiffre de lances et leur organisation se modifie au contact des troupes étrangères. Sous Louis XII, les archers se séparent des hommes d'armes et forment des *compagnies de cavalerie légère*. Cette cavalerie n'est, d'ailleurs, appelée légère que par opposition à celle des compagnies d'ordonnance, composée d'hommes et de chevaux bardés de fer, car, en fait, elle est plus lourde que nos cuirassiers actuels. On divise alors les troupes à cheval en gendarmerie, formée des hommes d'armes ou gens d'armes, et en cavalerie légère qui, seule, ouvre ses rangs aux aventuriers et à la roture. C'est le point de départ de la constitution des troupes à cheval de l'ancienne monarchie, comprenant : 1° la maison du roi et la gendarmerie, dont les compagnies prétendaient remonter aux compagnies des ordonnances de Charles VII ; 2° les troupes de cavalerie légère composées de cuirassiers et de hussards. Les dragons, créés pendant les dernières années de l'occupation du Piémont (1550-1560), sont encore à part et forment une véritable infanterie à cheval. Les gendarmes sont sous le commandement du roi, représenté par le connétable ; la cavalerie légère obéit à un colonel général.

A partir de 1552 et pour prévoir le cas de la formation de plusieurs armées, on adjoint comme auxiliaire au colonel général, un mestre de camp général, puis un commissaire ou intendant général. A la fin du xvie siècle la cavalerie abandonne la lance et, par la force des choses, l'homme d'armes se transforme en chevau-léger. En 1598, à la paix de Vervins, Henri IV casse presque toutes les

compagnies et ne conserve que la cavalerie de sa garde, en 1600, il promulgue un édit déclarant qu'à l'avenir la profession des armes n'anoblirait plus celui qui l'exercerait.

Le chapitre III traite des essais successifs d'organisation régimentaire, restés longtemps infructueux à cause des prétentions de la noblesse qui, au milieu d'une époque troublée par la guerre civile et les intrigues de cour, tient plus que jamais à conserver les anciennes traditions de la chevalerie, gage de son indépendance. Dans ce chapitre sont retracés les efforts tentés par Richelieu pour réunir les compagnies en escadrons, puis les escadrons en régiments, chacun sous les ordres d'un mestre de camp ; on y suit le développement de l'œuvre ébauchée par Richelieu et complétée plus tard par Turenne. Ce dernier, en 1657, fait créer 13 charges de brigadiers de cavalerie, mestres de camp commandant plusieurs régiments, afin d'obtenir dans la cavalerie, comme dans l'infanterie, une hiérarchie graduée. Les nouveaux régiments qui sont formés en 1672, inaugurent, pour les troupes à cheval, le système de permanence appliqué déjà dans l'infanterie depuis plus de cent ans.

Le chapitre IV décrit les organisations diverses qui se succèdent de 1678 à 1789. En 1678, à la paix de Nimègue, l'organisation de la cavalerie sort des mains de Louis XIV et de Turenne telle qu'elle est encore, à peu de chose près, aujourd'hui ; on compte alors 60 000 hommes de troupes à cheval. Le grade de cornette est aboli en 1684, et remplacé par celui de sous-lieutenant ; le grade de major est créé en 1685, celui de lieutenant-colonel en 1686, celui de chef d'escadron en 1788. A partir de 1689, les dragons qui, depuis 1665, roulaient avec les régiments d'infanterie, roulent définitivement, excepté dans les siéges, avec ceux de cavalerie. C'est seulement en 1690 que la cavalerie est habillée systématiquement d'une manière uniforme. Jusque-là, la tenue, du moins dans les régi-

ments de gentilshommes, de beaucoup les plus nombreux, était restée arbitraire à la fantaisie des mestres de camp. Les carabiniers, placés d'abord au nombre de deux dans chaque compagnie, en 1679, sont réunis en compagnies spéciales en 1690, et en régiment en 1693; cette même année on crée des régiments de hussards. En 1694, on institue des directeurs et inspecteurs généraux des troupes. Le nombre des régiments varie d'après les nécessités de la guerre; le besoin d'une plus grande mobilité s'impose de plus en plus et l'ancienne cavalerie légère, qui n'était légère que de nom, fait peu à peu place aux dragons, chasseurs et hussards. En 1763, on tente l'essai de légions de corps mixtes, infanterie et cavalerie, auxquelles on renonce en 1788. En 1784, la gendarmerie disparaît et le roi ne conserve que les gardes du corps. En 1788, Louis XVI supprime les colonels généraux, les mestres de camp généraux et le commissaire général de la cavalerie; les chefs des régiments prennent le titre de colonel. On compte alors, outre les gardes du corps: 26 régiments de cavalerie (dont 2 de carabiniers), 18 de dragons, 6 de hussards, 12 de chasseurs. C'est cette cavalerie que l'ancienne monarchie lègue à la République et à l'Empire.

Le chapitre V indique les transformations postérieures à 1789. Une loi du 1er janvier 1791 place les corps, en changeant le rang de beaucoup d'entre eux, dans l'ordre de leur véritable ancienneté. Le nombre des régiments de cavalerie, qui atteint 86 dans les armées de la Convention, arrive, après une série de modifications, jusqu'au chiffre de 93, à la fin de l'Empire. Une ordonnance royale du 12 mai 1814 ne laisse subsister que 57 régiments; en 1815, les anciens régiments sont licenciés et on n'en reforme que 47 nouveaux. En 1830, les titres attribués par la Restauration aux corps de cavalerie disparaissent et on rétablit l'arme des lanciers.

Les modifications apportées en 1840 et depuis lors à la

constitution de la cavalerie ne sont pas indiquées, les renseignements à partir de cette époque étant faciles à trouver et l'auteur n'ayant pas, ainsi qu'il le dit, l'intention d'apprendre à ses contemporains ce qui s'est passé sous leurs yeux.

— Le 1er volume de l'*Histoire de la Cavalerie*, seul actuellement paru, se termine par trois chapitres appartenant à la deuxième partie (monographie des corps).

Les 1er et 2e chapitres donnent l'état signalétique des troupes de la maison du roi (gardes du corps-gendarmes, chevau-légers et grenadiers de la garde) et des diverses compagnies de la gendarmerie de France. Ils font connaître, pour chaque corps, son effectif, ses conditions d'admission, son armement, son uniforme, ses services de guerre, les noms de ses capitaines successifs.

Le chapitre III renferme des renseignements généraux sur les régiments existants en 1790, des détails sur leur tenue d'après le règlement de 1786, et une étude pleine d'intérêt sur les étendards, la signification de leurs couleurs et sur l'origine de notre drapeau national.

L'analyse qui précède a surtout en vue la partie historique de l'ouvrage de M. le général Susane, mais elle ne saurait donner une idée exacte et complète des renseignements intéressants qu'il contient en si grand nombre. Les citations empruntées aux chroniques des diverses époques, les appréciations de l'auteur sur les organisations successives et sur les causes qui ont si longtemps entravé les progrès de la cavalerie, ses réflexions critiques et les leçons qu'il en tire, donnent à son œuvre, indépendamment de sa valeur technique, un véritable attrait littéraire.

L'*Histoire de la Cavalerie française*, de même que celle des troupes à pied, épargnera de longues et difficiles recherches à tous ceux qu'intéresse le passé de notre armée, et qui, de cette étude, cherchent à déduire, pour son organisation et ses destinées futures, d'utiles enseignements.

On n'a, d'ailleurs, pour permettre de mieux apprécier l'esprit dans lequel ce livre a été écrit, qu'à citer les lignes suivantes qui servent de conclusion à la préface; l'auteur s'exprime ainsi :

« Un reproche me sera adressé, celui de ne pas traiter les notices des corps de la cavalerie avec l'ampleur que j'ai donnée aux notices des corps de l'infanterie. Je ne fais aucune difficulté d'en convenir et d'avouer les motifs de cette différence. Je ne suis plus dans l'âge où le temps n'est rien, où l'on entreprend un voyage autour du monde avec l'espoir de l'achever. J'ai préféré me restreindre, courir le risque de paraître incomplet, aride, mais assurer, c'est là toute mon ambition, la conservation des matériaux que j'ai réunis et qui pourront servir à d'autres. Cette ambition n'est pas sans mérite dans un temps où l'on brûle les bibliothèques, et où il s'en est fallu d'une demi-heure que les cendres des archives de la Guerre allassent se confondre dans un même nuage avec celles des archives de la Légion d'honneur et de la Cour des comptes.

«Les notices, telles que je les donne, sont de simples esquisses, où les masses sont disposées à leur place, où les traits essentiels sont accusés, où il ne reste plus qu'à rapporter les détails. J'espère qu'elles seront utiles à de jeunes camarades possédant ce que je n'ai plus, l'ardeur des belles années.

«Le Ministre, mes chers amis, vous invite avec raison à écrire l'histoire détaillée de vos régiments. Lisez, lisez beaucoup de vieux livres, ce sont les meilleurs; et quand vous rencontrerez un fait intéressant le corps auquel vous appartenez, rapportez-le sur le canevas que je vous fournis, et vous arriverez facilement au but de votre entreprise.»

Le Gérant: CH. NORBERG.

L'ARTILLERIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

—

EXPOSITION RUSSE

(Extrait du Rapport adressé au Ministre de la guerre par les capitaines JOUART et HUTER à la suite de leur mission à Vienne.)

Au point de vue français, l'exposition russe est, sans contredit, l'une des plus intéressantes, parce qu'elle nous montre avec quel succès une grande puissance a rapidement surmonté les difficultés considérables qu'elle a rencontrées dans la transformation de son matériel. Suivant l'exemple de la Prusse, la Russie a voulu doter son armée de canons d'acier; mais elle n'avait ni industrie ni usine capables de lui fournir les matériaux nécessaires; aussi a-t-elle commencé par s'adresser à l'étranger, et tandis que les usines allemandes lui fournissaient ses premiers types et ses premiers canons, elle jetait les fondations des établissements de Perm et d'Oboukhow. Aujourd'hui leurs produits rivalisent avec ceux de Krupp lui-même pour la qualité du métal et la grandeur des dimensions (1).

Le matériel d'artillerie exposé par la Russie comprend :

1 canon de 12 pouces, 1 id. de 8 id., 1 id. de 6 id., 1 id. de 4 livres., 1 mortier de 8 pouces, avec leurs projectiles,	provenant de l'aciérie d'Oboukhow;

(1) Il ne semble pas inutile de rappeler que les Russes ont complétement renoncé à faire fabriquer leurs canons chez Krupp, depuis qu'un certain nombre de pièces provenant d'Essen ont éclaté dans des tirs à la charge de guerre réglementaire. (Six pièces de 4 et de 9 livres ont éclaté dans les polygones; deux canons de 11 pouces frettés ont présenté, après un petit nombre de coups, des fissures dans la partie recouverte par les frettes; enfin, à Cronstadt, au commencement de 1872, une autre pièce de 11 po. frettée a éclaté à la volée au premier coup.) Aucun accident, au contraire, ne s'est encore produit avec les pièces de fabrication russe, bien que certaines d'entre elles aient déjà tiré plus de 3 000 coups; tandis que jusqu'ici, en Russie, les pièces étaient déclarées *hors de service* quand elles avaient tiré leur millième coup.

1 canon de 9 pouces, provenant de la fonderie de Perm, monté sur affût de côte ;

1 canon de 4 liv. de campagne, sur affût . . . . . .
1 mortier de 6 pouces . . . . . .
1 canon de 3 liv. de montagne, avec son affût, ses caisses et les bâts.
} provenant de la fonderie et de l'arsenal de St-Pétersbourg ;

Enfin un triqueballe et une chèvre pour pièces de côte.

CANON DE 12 PO. (Pl. XIV, fig. 1).

Cette pièce, la plus grosse de celles qui figuraient à l'Exposition de Vienne, est destinée à l'armement du *Pierre-le-Grand*, monitor colossal en construction à Cronstadt, dont la cuirasse aura 40^{c} d'épaisseur à la ligne de flottaison, et dont le pont doit recevoir une tourelle armée de 2 canons de 12 pouces.

Le tube d'acier fondu et forgé qui forme l'âme du canon, est fretté depuis la tranche antérieure du logement du coin jusqu'à la bouche ; cette disposition que l'on voit appliquée ici pour la première fois, a été adoptée à la suite de l'éclatement d'un canon Krupp de 11 pouces fretté, dont la rupture a eu lieu vers la bouche. La chambre est renforcée par 4 rangs de frettes superposées ; ce nombre va en diminuant jusqu'à la volée où il n'y a qu'un rang de frettes sur toute sa longueur. Les frettes sont posées à chaud par serrage ; le premier rang, formé d'anneaux de 10 à 12 pouces (25^{c} à 30^{c}) de hauteur, est cylindrique jusqu'à la naissance de la volée et prend, à partir de là, une forme tronconique sur une longueur de 78 pouces (1 981^{mm}). Le second rang règne de l'origine de la volée à la tranche du logement du coin ; le 3e et le 4e rang sont successivement en retraite de 22 pouces (559^{mm}) et 18^{po},75 (476^{mm}) sur le rang précédent. La 3e frette du 4e rang porte les tourillons venus de forge avec la frette. Enfin l'extrémité postérieure du frettage est serrée par une frette, épaisse de 2^{po},75 (70^{mm}) et haute

de 14 pouces (356^{mm}). Toutes les frettes sont en acier fondu et forgé. La culasse se prolonge à 37^{po},25 (946^{mm}) au delà du frettage et reçoit un coin cylindro-prismatique simple, avec anneau Broadwell [1]. Le coin se manœuvre au moyen d'une *vis de transport* à filets multiples, placée à la partie supérieure du coin, et se fixe au moyen d'un écrou de serrage à filets circulaires, muni d'une vis de pression intérieure et placé à la partie postérieure du coin; une même manivelle permet de manœuvrer ces deux vis dont les carrés sont en saillie sur la tranche du coin, d'après le dernier modèle Krupp pour les canons de gros calibre. Le chargement s'opère à l'aide d'un auget mobile qu'on introduit par la culasse pour diriger le projectile et la charge dans l'âme. Le canal de lumière est percé dans le coin suivant l'axe de la bouche à feu. L'âme présente 36 rayures cunéiformes à pas très-allongé.

A côté de la pièce se trouvent les projectiles destinés à son service, qui comprennent des obus ordinaires en fonte, des obus en fonte durcie avec pointe d'acier et des obus en acier fondu. Ces projectiles sont revêtus d'une chemise mince, soudée par les procédés chimiques, en alliage de plomb et de zinc, et munie de 6 nervures en bourrelets saillants; ils ont 2 $^1/_2$ calibres de hauteur.

Éléments principaux de la bouche à feu.

Diamètre de l'âme	dans les cloisons		12^{po}	304^{mm},8
	dans les rayures		12 ,268	311 ,6
Diamètre de la chambre.			12 ,4	315 ,0
Rayures (cunéiformes)	Nombre		36	
	Profondeur		0^{po},134	3^{mm},4
	Larg.	à la culassse	0 ,849	21 ,6
		à la bouche.	0 ,692	17 ,6
Cloisons.	Larg.	à la culasse.	0 ,198	5 ,6
		à la bouche.	0 ,355	9 ,0

[1] Un anneau supporte, en moyenne, le tir de 200 coups avant qu'on soit obligé de le remplacer.

Longueur totale de la bouche à feu.	240po,64	6 112mm
Id. de l'âme.	203 ,39	5 166
Id. de la partie rayée. .	149 ,36	3 794
Id. de la chambre (avec le raccordement).	54 ,03	1 372
Id. de la volée.	78 ,0	1 981
Id. de la culasse. . . .	37 ,25	946
Diamètre du tube intérieur. . . . vers la chambre	29 ,50	749
Diamètre du tube intérieur. . . . à la bouche. . .	17 ,69	449
Diamètre de la culasse.	38 ,6	980
Id. du 1er rang de frettes à la bouche.	21 ,0	533
Id. du 1er rang de frettes à la naiss. de la volée.	35 ,81	910
Id. du 1er rang de frettes autour de la chambre	34 ,0	863
Diamètre du 2e rang de frettes. . .	39 ,2	996
Id. du 3e rang Id. . . .	45 ,12	1 146
Id. du 4e rang Id. . . .	52 ,0	1 211
Id. de la frette de culasse. . .	57 ,5	1 460
Id. des tourillons	13 ,0	330
Longueur des tourillons.	7 ,1	180
Écartement des tranches des tourill.	72 ,7	1 846
Distance de l'axe des tourillons à l'extrémité postér. de la culasse.	98 ,14	2 493
Distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure de la culasse.	95 ,98	2 438

	Pouds.	Kil.
Poids du canon (avec le mécanisme de fermeture)	2 470	40 460
Poids du tube intérieur	970	15 889
Id. total des frettes	1 413	23 146
Id. du mécanisme de fermeture.	87	1 425
Prépondérance de culasse.	54	890

La bouche à feu a coûté 83 000 roubles (valeur actuelle 300 000 fr. environ).

L'obus en acier pèse 295 kil.; la charge de tir est de 51k,6 de poudre prismatique, et la vitesse initiale de 426 mètres (vitesse calculée). La limite d'élasticité de l'acier employé pour la fabrication du canon est évaluée à 4 652 atmosphères.

CANON DE 9 PO. DE COTE.

Ce canon, en acier fondu, fabriqué à Perm, est renforcé par un double frettage et muni du mécanisme de culasse de la marine française avec inflammation centrale. L'obturation est obtenue au moyen d'un anneau Broadwell, ce qui a fait ajouter au mécanisme un dispositif particulier, permettant de vaincre la résistance qu'oppose l'anneau quand on ferme la culasse. La manivelle de la vis culasse est articulée à son extrémité supérieure avec un levier en fer, A (pl. XIV, fig. 6), dont on engage successivement la pince dans les crans dont est creusée la frette postérieure sur la moitié supérieure de son pourtour. La portière de culasse se rabat vers la droite. La bouche à feu est munie de deux hausses en laiton engagées dans deux supports de hausse en bronze, qui sont fixés à droite et à gauche de la culasse.

Éléments principaux de la pièce.

Diamètre de l'âme dans les cloisons		$228^{mm},6$
Rayures (cunéiformes)	Nombre	32
	Profondeur	$2^{mm},8$
	Pas	$13^{m},72$
Longueur de la partie rayée		$2\,845^{mm}$
Poids du canon		14 500 kil.
Poids de l'obus		122 kil.
Charge de tir (poudre primastique)		$21^{k},3$

Ce canon est monté sur un affût de côte du système du colonel Semenoff, construit dans les usines Bird, à Saint-Pétersbourg.. L'affût Semenoff pour canons de 8 pouces a été décrit dans la *Revue d'artillerie* (tome II, avril 1873, page 19) ; celui de 9 pouces n'en diffère que par les dimensions et quelques détails peu importants. Les grands côtés du châssis sont soutenus, vers le milieu de leur longueur, par deux petites roulettes, qui se meuvent sur une voie circulaire. Il n'y a pas d'essieu à la partie antérieure de l'affût ; les galets tournent chacun autour

d'un boulon fixé dans la chape qui termine le flasque en avant.

L'appareil de pointage se compose de deux vis, intérieures l'une à l'autre, filetées dans le même sens, et munies chacune d'une manivelle distincte. La culasse repose sur la tête de la vis intérieure par un renflement analogue à l'élargissement de plate-bande de culasse de certains canons français.

CANON DE 8 POUCES.

Le tube intérieur de ce canon est renforcé par un rang de frettes s'étendant de la tranche antérieure du logement du coin à la naissance de la volée ; une dernière frette est placée sur les premières à l'origine du frettage vers la culasse. Le mécanisme est le même que pour le canon de 12 pouces ; toutefois, le coin présente une section un peu différente, la partie prismatique est élargie, et la face antérieure est sensiblement plus haute. Le canal de lumière est percé dans le coin suivant l'axe de la pièce.

L'âme a 30 rayures d'un pas uniforme assez allongé.

Le projectile est un obus en fonte durcie, avec chemise mince soudée, du poids de $77^k,8$. La charge de tir, de $15^k,561$ de poudre prismatique, lui donne une vitesse initiale de 440 mètres ; sous l'angle de 7° 45′, la portée atteint 3 250 mètres.

Pour les données numériques relatives à cette bouche à feu, voir la livraison d'avril 1873 de la *Revue d'artillerie* (tome II, page 10).

Le canon qui figure à Vienne, sans affût, a déjà tiré 1 243 coups avec des obus en fonte durcie de $77^k,8$ et les charges suivantes de poudre prismatique :

de $6^k,552$ à $10^k,237$.	16	coups.
12 ,900	684	id.
13 ,513	191	id.
14 ,332	109	id.
15 ,561	243	id.
	1243	coups.

L'âme et le mécanisme ne présentent aucune trace de dégradation, et le canon paraît devoir faire encore un long service.

MORTIER DE 8 POUCES (Pl. XIV, fig. 2).

Le mortier de 8 pouces est construit comme le canon du même calibre, avec un tube intérieur, un rang de frettes, et une frette de serrage à la culasse ; les frettes n'ayant pas la même épaisseur vers la volée et à l'emplacement de la chambre, donnent au mortier l'apparence d'une pièce à double frettage. La frette-tourillon, d'un diamètre plus grand que les autres, est séparée de la frette de culasse par un espace de 3 pouces (76^{mm}).

L'âme a une longueur totale de 8 $^1/_2$ calibres, dont 5 $^1/_2$ calibres seulement pour la partie rayée qui présente 30 rayures parallèles. Le mécanisme de fermeture, assez léger pour être manœuvré à la main à cause de la petitesse des charges employées, est un coin cylindro-prismatique avec une seule vis de serrage ; l'inflammation est centrale. Le tourillon gauche se termine par un pan coupé parallèle au plan des axes de la pièce et des tourillons, destiné à recevoir le quart de cercle pour le pointage. Le mortier tire le même obus que le canon de 8 pouces, mais avec une charge réduite, de 18 livres (7^k,361), de poudre prismatique.

Éléments principaux du mortier.

Diamètre de l'âme dans les cloisons . . .	203^{mm},2
Longueur totale du canon.	2 283 ,0
Id. de l'âme	1 783 ,0
Id. de la partie rayée	1 118 ,0
Poids du mortier	3 276 kil.

CANON DE 6 POUCES.

En acier fondu, renforcé par une seule couche de frettes. La fermeture de culasse est un coin cylindro-prismatique avec anneau Broadwell ; il n'y a point de *vis de transport ;* une fois le coin desserré, on le retire directe-

ment à la main ; la vis arrêtoir qui limite le mouvement de sortie du coin est placée à la partie supérieure de la culasse. A son extrémité gauche, le coin se termine par une lunette de chargement, qui est protégée par un cadre en bronze fixé sur le pan coupé de la culasse. La lumière est percée dans le coin suivant l'axe de la pièce ; un petit crochet (Pl. XIV, fig. 7), dans lequel on passe le cordon du tire-feu, est fixé sur la face postérieure du coin à côté, du débouché de la lumière. L'âme a 24 rayures parallèles.

Éléments principaux de la pièce.

Diamètre de l'âme dans les cloisons		152mm,4
Diamètre extérieur de la pièce	près de la chambre . . .	533 ,0
	à la naissance de la volée	406 ,0
	à la bouche	286 ,0
Longueur totale du canon		3556 ,0
Id. de l'âme.		3099 ,0
Id. de la partie rayée.		2286 ,0
Poids du canon (avec le coin).		4000 kil.
Id. de l'obus en fonte durcie.		36k,86
Charge de tir (poudre prismatique).		8 ,19

Un canon identique à celui qui est exposé a déjà tiré, sans éprouver de dégradation, 684 coups : 607 avec la charge réglementaire de 8k,19 de poudre prismatique et l'obus en fonte durcie de 36k,18 ; 68 avec la charge de 9 kil. de poudre prismatique et le même obus, enfin 9 coups avec des charges de 6k,55 et de 8k,19 de poudre à gros grains. Dans ce dernier cas, la vitesse initiale de l'obus a été de 487 mètres, et la portée, sous l'angle de 8°2′, de 2 550 mètres ; la pression des gaz contre les parois de la chambre était évaluée à 3000 atmosphères, pression supérieure à celle que le canon peut supporter sans dépasser la limite d'élasticité, et qui est de 2957 atmosphères.

MORTIER RAYÉ DE 6 POUCES, BRONZE.

La *Revue d'artillerie* (février 1873, tome I, page 389) a donné une description de ce mortier, de ses munitions et

de son affût. Pour le transport on adapte des roues à l'affût et on le réunit au moyen d'une fausse flèche à un avant-train ordinaire de siége ; sur cette flèche, au-dessus de l'avant-train, est installé un coffret qui sert de siége pour le conducteur de la voiture. L'affût, dû au colonel Semenoff, a été exécuté dans les forges de l'usine Bird.

CANON DE 4 LIVRES DE CAMPAGNE EN BRONZE.

Ce canon, dont la fermeture de culasse est à coin prismatique simple, est monté sur un affût en fer, avec avant-train, armements et équipement complets. La *Revue d'artillerie* (mars 1873, tome I) a donné une description complète de ce matériel ; nous ajouterons seulement que le guidon du canon, au lieu d'être en forme de pyramide, est conique. L'affût (système Fischer) est tout à fait semblable à l'affût de 9 liv. décrit par la *Revue ;* seulement, au lieu de deux leviers de pointage, il n'y en a qu'un qui est fixé au flasque droit.

CANON DE 4 LIVRES EN ACIER.

Ce canon est destiné à l'armement des chaloupes ; il peut aussi servir comme pièce de débarquement.

Le mécanisme de culasse est un coin cylindro-prismatique avec anneau obturateur Broadwell ; la vis de fermeture est installée sur la face supérieure du coin. Vers le milieu de sa longueur, le canon est entouré d'une frette porte-tourillon, maintenue en avant par une contre-frette, et munie d'un guidon conique. La hausse, en laiton, se termine à sa partie supérieure par un bras transversal, dans lequel peut glisser une réglette mobile qui présente un cran de mire très-large. L'âme a 12 rayures parallèles.

Données principales.

Calibre	$86^{mm},4$
Longueur totale du canon	1713 ,0
Longueur de l'âme	1500 ,0

Diamètre extérieur	à la culasse	252mm,0
	à l'emplacement de la chambre	196 ,0
	à la bouche	140 ,0
Diamètre de la frette porte-tourillons.		254 ,0
Poids du canon.		360 kil.
Poids de l'obus.		5k,527
Charge du tir (poudre à gros grains)		0k,614

La pièce exposée sort des usines d'Oboukhow, et a déjà tiré 1 032 coups, savoir: 12 coups avant d'être rayée:

3 coups	à la charge de	0k,614	de poudre à gros grains
3	id.	0 ,819	id.
3	id.	1 ,024	id.
3	id.	1 ,228	id.

et 1 020 coups, la pièce une fois rayée et complétement achevée, à la charge de 0k,614. L'âme ne présente aucune dégradation.

CANON DE 3 DE MONTAGNE.

Le mode de transport de la pièce de montagne à dos de cheval, est très-exactement représenté, dans le pavillon de l'exposition russe, par des mannequins figurant des chevaux, de grandeur naturelle, harnachés, bâtés et chargés. Il faut 4 chevaux pour transporter les éléments de la pièce de montagne ; le premier porte la bouche à feu, le deuxième l'affût, le troisième les roues et la limonière, le quatrième deux caisses à munitions.

Le canon et son affût ont été décrits dans la *Revue d'artillerie* (tome I, mars 1873); nous rappelons seulement que le canon pèse 102 kil., l'affût sans roues, 90 kil., et les roues 27 kil. chacune.

Chacun des chevaux de bât porte un collier, et comme garniture de tête, un bridon simple.

Bât de pièce (Pl. XIV, fig. 3). — Le bât de pièce se compose de deux bandes en tôle, sur lesquelles sont fixées deux arcades en bois, reliées entre elles par 4 entretoises également en bois ; dans les deux entretoises du haut sont

creusés des encastrements pour les tourillons. Les arcades sont renforcées par des bandelettes de fer; celle de derrière est échancrée pour recevoir la volée du canon. Sur le dos du cheval on place une couverture pliée et par-dessus une sorte de grand tapis en cuir épais; c'est sur ce tapis que porte le bât qui prend appui par des bandes en tôle; il est maintenu par deux fortes courroies ou sous-ventrières en cuir. Un poitrail attaché à l'arcade de devant l'empêche de glisser vers l'arrière; une avaloire, dont les bras du bas embrassent les sous-ventrières, empêche le mouvement inverse. Le canon est placé la volée vers l'arrière, la culasse reposant sur l'arcade de devant; un grand surfaix passé par-dessus la volée et sous le ventre du cheval sert à brêler la pièce.

Bât d'affût (Pl. XIV, fig. 4). — Le bât d'affût est formé de deux bandes en tôle, deux arcades et 4 entretoises en bois, comme le bât de pièce; seulement la forme et la position des entretoises supérieures sont différentes; le dessus des arcades présente une surface plane sur laquelle se place l'affût. Sous chaque flasque sont fixés deux anneaux, *a*; un anneau semblable se trouve à la partie supérieure de chaque arcade; l'affût est assujetti sur le bât au moyen de deux clavettes, *b*, que l'on engage dans ces anneaux, et qui sont attachées au bât par des courroies; l'extrémité de chaque clavette est articulée avec un petit arrêtoir que l'on rabat pour empêcher la clavette de sortir des anneaux.

Bât de roues (Pl. XIV, fig. 5). — Le bât est formé de deux arcades et de deux larges entretoises en bois; sur chaque entretoise est fixé un faux essieu sur lequel s'adapte une roue; un coussinet en bois empêche le moyeu de la roue de dégrader l'entretoise.

La limonière se compose d'une volée en bois terminée à chaque bout par un anneau en fer et munie en son milieu d'une cheville-ouvrière; de deux branches en fer boulonnées sur le devant de la volée, terminées également par des anneaux et réunies par une entretoise en

fer ; enfin de deux bras de limonière engagés dans les anneaux des branches et de la volée où ils sont assujettis au moyen de clavettes. Pour le transport à dos de cheval, on enlève les bras de limonière, on place la volée dans les logements que présentent les arcades du bât, les branches de limonière tournées vers le haut, et l'on brêle avec des courroies. Les bras de limonière sont suspendus à droite et à gauche du cheval, au moyen de deux courroies attachées, celle de devant au collier, celle de derrière à l'arcade postérieure d'une part, et d'autre part à un crochet que porte le coussinet sur lequel repose la roue.

Bât de caisses. — Le bât de caisses est analogue au bât de roues ; les caisses sont suspendues par des chaînes, à droite et à gauche, à des crochets fixés sur les arcades. Les caisses ont $0^m,70$ de longueur, $0^m,45$ de hauteur et $0^m,70$ de largeur ; elles contiennent chacune 7 projectiles.

Les bâts d'affût, de roues et de caisses sont fixés sur le cheval de la même manière que le bât de pièce.

TRIQUEBALLE A VIS POUR PIÈCES DE COTE. (Pl. XIV, fig. 9, 10 et 11.)

Ce triqueballe (système de M. Vyschnegradsky) est destiné au transport des pièces de 8, 9 et 11 pouces de côte.

L'arrière-train se compose de deux brancards en fer à cornières, qui, d'abord parallèles entre eux à leur partie antérieure formant flèche, vont en divergeant vers l'essieu pour redevenir ensuite parallèles. Ils sont reliés entre eux, vers l'avant, par un fort boulon qui les réunit en même temps à l'avant-train ; à leur point de bifurcation par une plaque de tôle boulonnée sur les cornières ; puis par l'essieu ; enfin, vers l'arrière, par deux entretoises en croix et une forte entretoise en fer rond.

Entre les brancards, dans la portion où ils forment flèche, est fixé un écrou dans lequel tourne une forte vis à l'aide de laquelle on soulève la volée des bouches à feu ; cette vis se termine, en haut, par un plateau avec 4 lon-

gues branches de manivelle, et en bas par une grosse chaîne destinée à embrasser la volée. En avant de cette vis est boulonnée sur les brancards une pièce de bois, qui a pour objet de garantir les cordages qui assujettissent le fardeau et qui sont enroulés autour de la flèche.

L'essieu, d'un très-fort équarrissage, a un corps prismatique évidé en son milieu sur presque toute la longueur comprise entre les brancards, pour donner passage aux vis destinées à soulever la culasse. L'essieu traverse les brancards et se termine par deux fusées tronconiques; deux tirants, formés chacun de deux longues bandes de tôle avec boulons et manchons, réunissent l'essieu à l'avant-train; ils sont assemblés au moyen d'un boulon à une forte plaque de fer entourant l'essieu et faisant fonction de rondelle d'épaulement.

Au-dessus de l'essieu, en dedans des brancards, sont installés deux appareils élévatoires; chacun d'eux est composé de deux vis qui se meuvent dans deux écrous en bronze, dentés extérieurement; ceux-ci reçoivent un mouvement de rotation d'une vis sans fin qu'on manœuvre à l'aide de deux roues verticales garnies de 4 branches de manivelle. Les deux vis sont reliées à leurs extrémités inférieures par une traverse en fer, munie d'une forte chaîne qui est destinée à embrasser la culasse de la bouche à feu. Sur l'entretoise de derrière est installé un système de freins pour les roues. Le frein est formé d'un patin en bois, A (fig. 9), fixé dans une pièce en fer qui peut tourner autour du prolongement de l'entretoise de derrière et est solidaire d'un levier en fer, B; celui-ci est articulé, par l'intermédiaire de deux autres petits leviers, à un grand levier, *a*, qui, habituellement, retombe sur l'essieu lorsque le frein est desserré; pour serrer le frein, on relève le levier *a*, et on le tire vers l'arrière, ce qui applique le patin contre le cercle de la roue et développe un frottement plus ou moins grand, suivant la quantité dont on ramène le levier en arrière.

Deux tirants en fer réunissent l'entretoise de derrière aux fusées d'essieu ; ces tirants, aplatis à leur extrémité en forme de disque, remplacent les rondelles du bout d'essieu.

Les roues sont en bois avec moyeu en bronze ; elles ont un diamètre de $3^m,050$; le cercle a 25 millim. d'épaisseur ; il y a 20 rais et 10 jantes.

L'avant-train est formé de deux parois verticales en tôle, réunies à l'extrémité des brancards de l'arrière-train par un fort boulon qui sert d'axe de rotation et qui n'assure l'indépendance des deux trains que dans le plan vertical. Dans tous les autres plans, cette indépendance est obtenue par le mode d'assemblage des parois en tôle de l'avant-train avec l'essieu, assemblage qui est une articulation à genou. L'essieu présente en son milieu une partie sphérique d'un assez grand diamètre ; les parois de l'avant-train se terminent en dessous par deux étriers circulaires embrassant cette portion sphérique et réunis par des boulons. L'essieu peut ainsi prendre une position quelconque par rapport à la partie supérieure de l'avant-train, la sphère restant toujours maintenue entre les étriers des parois.

C'est sur ces parois que sont boulonnées les extrémités des tirants qui réunissent l'avant-train à l'essieu de derrière. Une volée, réunie à l'essieu par une fourchette dans laquelle est encastré le têtard du timon et par deux tirants en fer, porte 4 palonniers ; on peut atteler ainsi 4 chevaux de front ; sous la volée sont fixées deux servantes.

Les roues de devant ont $1^m,65$ de diamètre ; elles ont 12 rais ; le moyeu est en bois.

Extérieurement à chaque roue, contre la jante de derrière, se trouve un gros bloc de bois fixé à l'extrémité d'une pièce de fer qui repose sur le bout de la fusée d'essieu et est assemblée à son extrémité antérieure avec le bout de la volée ; une bride entourant le dessous du bout d'essieu est boulonnée sous cette pièce et remplace la rondelle de bout d'essieu. Ce bloc de bois, qui a la forme

d'une jante de roue, forme contre-poids pour équilibrer en partie le timon.

Au-dessus de l'extrémité des brancards, l'avant-train porte un siége avec marchepied pour le conducteur de la voiture. La voie du triqueballe est de $2^m,55$ à l'arrière-train et de $2^m,10$ à l'avant-train.

CHÈVRE POUR MATÉRIEL DE COTE. (Pl. XIV, fig. 8.)

La chèvre exposée par l'artillerie russe, analogue comme dispositions générales à la chèvre de tranchée française, se compose de deux pieds avec appareils élévatoires, et d'une poutre en fer à laquelle on suspend le fardeau. Chaque pied est formé de deux montants en bois, reliés entre eux à leur partie supérieure par un chapeau, au milieu par une entretoise, et assemblés à leur partie inférieure avec deux semelles de montants, une semelle transversale et 4 arcs-boutants. Entre les deux montants et parallèlement à eux est installée une forte vis maintenue à sa partie inférieure dans une crapaudine et tournant dans un écrou mobile, qui se meut le long des montants. Vers le haut, cette vis traverse le chapeau et se termine par une roue dentée horizontale qui engrène avec un pignon monté sur un arbre vertical; cet arbre est maintenu dans deux colliers portés, celui du haut par un tirant en fer relié au chapeau, celui du bas par l'entretoise. Le mouvement est communiqué au pignon, et par suite à la vis, au moyen de deux roues d'angle et de deux manivelles; l'arbre des manivelles tourne dans deux colliers fixés sur les deux grands arcs-boutants. Sur les écrous mobiles des deux pieds repose par ses extrémités la poutre en fer à double T à laquelle on accroche le fardeau; cette poutre se termine à chaque bout par une sorte de fourche qui embrasse la grande vis.

La distance des deux pieds, mesurée entre les montants, est de $2^m,90$, et la hauteur du chapeau au-dessus du sol, de $1^m,90$.

Les deux pieds ne sont pas, comme dans la chèvre de tranchée française, reliés entre eux par des épars à leur partie supérieure ; sur un sol qui ne serait pas suffisamment résistant, la disposition de la chèvre russe pourrait présenter des inconvénients, l'invariabilité du système n'étant pas assurée.

OBJETS DIVERS.

L'arsenal de Saint-Pétersbourg expose un certain nombre de petits modèles en bois de différents systèmes de bouches à feu ; la fonderie de Perm un modèle d'un canon lisse de 20 pouces sur affût et châssis en fer, avec frein à lames ; quelques frettes de canon en acier ; enfin une plaque circulaire sciée à la bouche du canon lisse de 20 pouces, en fonte, coulé à l'usine de Perm par l'ingénieur Worontzoff.

A. JOUART, P. HUTER, } *capitaines d'artillerie.*

SIMULACRE DE SIÉGE DE GRAUDENZ

(Juillet et août 1873.)

(Pl. XV.)

Le simulacre de siége de Graudenz est, au point de vue des exercices de l'artillerie et du génie, le travail le plus important qui ait été exécuté dans l'année 1873. Parmi les comptes rendus qui en ont été faits, l'un de ceux qui permettent le mieux d'apprécier l'ensemble des opérations est celui qui a été publié dans le *Militair-Wochenblatt* (septembre 1873 et janvier 1874) par le capitaine du génie Taubert. Bien que l'auteur de cette notice ait eu plus particulièrement en vue les exercices des pionniers, on a cru utile d'en donner la traduction, en en retranchant la partie exclusivement consacrée à la guerre de mines et en y ajoutant les renseignements qu'on a pu recueillir d'autre part sur les travaux de l'artillerie.

Le plan qui accompagne cet article fait connaître les emplacements des batteries, dont l'armement et la destination spéciale sont indiqués dans un tableau particulier. Quelques détails sur la construction des batteries, des abris, des magasins à poudre, etc., avec dessins à l'appui, seront donnés dans une prochaine livraison, ainsi que les renseignements relatifs aux manœuvres qu'exécutaient en même temps les pontonniers sur la Vistule.

(*N. d. l. R.*)

L'ordre de cabinet du 20 février 1873, relatif aux grandes manœuvres qui devaient avoir lieu dans l'année, prescrivait l'exécution du simulacre de siége de la place de Graudenz; cette opération devait être accompagnée d'exercices de pontage sur la Vistule.

Dix-huit compagnies de pionniers, tirées de six bataillons différents, prirent part à cette instruction (1), dont la direction générale fut confiée au général-major de Braun, inspecteur de la 1re inspection du génie. On lui adjoignit deux colonels, dont l'un fut chargé spécialement du pontage et l'autre des travaux du siége. Sous leurs ordres directs étaient placés les commandants des bataillons em-

(1) Les troupes d'infanterie employées au simulacre de siége se composaient du 44e régiment; les troupes d'artillerie comprenaient 15 compagnies du 1er et du 5e régiment.

ployés et quelques uns des capitaines les plus anciens, qui remplirent les fonctions d'officiers supérieurs de jour.

L'effectif de chaque compagnie était de 3 à 4 officiers, de 14 sous-officiers et 86 soldats (y compris les clairons, infirmiers, ordonnances, etc.), en tout 100 hommes. A chaque bataillon étaient attachés un médecin et un payeur; en outre, un certain nombre d'officiers du génie, n'appartenant pas aux bataillons présents, avaient été désignés pour prendre part aux travaux.

L'effectif total des troupes du génie, réunies pour les manœuvres, était de 80 officiers, 5 médecins, 4 payeurs, et 1 600 hommes (y compris les sous-officiers, clairons, infirmiers, etc.). Défalcation faite des ordonnances, plantons, malades, hommes de garde, ouvriers, il ne restait pour les manœuvres proprement dites, que 130 sous-officiers et 1 200 pionniers.

Un très-grand nombre d'officiers étrangers avaient été envoyés par leurs gouvernements pour suivre les opérations qui devaient être exécutées autour de Graudenz (1).

Toutes les compagnies furent transportées en chemin de fer de leurs garnisons respectives jusqu'à Warlubien; de là elles gagnèrent à pied leurs cantonnements dans la forteresse de Graudenz ou dans les environs.

Deux compagnies de mineurs et une compagnie de sapeurs furent logées dans les flancs bas des bastions III, IV et V de la forteresse. Deux compagnies de mineurs furent cantonnées à Neudorf, Parsken, Tarpen, etc.; les deux compagnies saxonnes dans la ville de Graudenz, enfin les onze autres compagnies dans les villages situés dans les terrains bas le long de la digue sur la rive gauche de la Vistule, Bratwien, Michelau, Dragass, Klein-Lubin, Gross-Lubin, Sanskau et Nieder-Gruppe.

Plusieurs raisons avaient fait choisir Graudenz pour ces

(1) Parmi ces officiers, au nombre de 31, on comptait 7 officiers anglais, 4 autrichiens, 3 russes, 2 italiens, 4 suédois, 1 danois, 3 néerlandais, 6 bavarois, 1 saxon, appartenant presque tous à l'arme de l'artillerie ou du génie.

manœuvres : on avait dans la place un équipage de pont de réserve ; la forteresse, dont le démantèlement avait été prescrit par un ordre de cabinet du 24 juin 1872, se prêtait parfaitement aux exercices de siége ; une grande partie du terrain situé en avant du front d'attaque probable appartenait à l'État, ce qui permettait d'exécuter les travaux comme on l'aurait fait dans un siége réel.

L'équipage de pont de réserve de la Vistule pouvait fournir un pont d'une longueur de 500 mètres environ ; il fut augmenté de l'équipage de pont du 1er corps d'armée et du matériel de manœuvre du bataillon de pionniers n° 1, ce qui devait permettre de franchir la Vistule en un point quelconque du fleuve dans les environs de Graudenz.

Les outils et agrès nécessaires pour le simulacre de siége, les fascinages, les bois, etc., furent en partie tirés des approvisionnements de la place, en partie apportés par les différents bataillons de leurs garnisons respectives.

On avait assigné aux manœuvres une durée de six semaines, du 14 juillet au 23 août, durée jugée suffisante pour exécuter tous les travaux de siége, depuis l'ouverture de la première parallèle jusqu'à l'assaut.

Avant d'entrer dans le détail de ces travaux, nous donnerons un aperçu historique et une courte description de la forteresse.

En 1772, après l'annexion des districts de la Netze, de l'Ermeland, de la Prusse occidentale, il parut nécessaire d'avoir sur la Vistule un point fortifié, assurant les communications des nouvelles conquêtes avec le reste du royaume. Thorn et Danzig étaient encore à cette époque des villes libres ; il fallut donc construire une forteresse nouvelle sur la partie du cours de la Vistule qui traverse le territoire prussien. Le grand Frédéric avait d'abord choisi comme emplacement de cette forteresse une île de la Vistule, à deux milles en aval de Graudenz, près du village de Grabow, à 13 milles environ de Marienwerder.

La construction d'un fort dans cette île présentait tant de difficultés pendant les hautes eaux et par le fait seul de l'irrégularité du cours de la Vistule, qu'il fallut bientôt renoncer à ce projet. On n'a de renseignements précis ni sur l'époque à laquelle les travaux furent commencés, ni sur le tracé des ouvrages dont le projet avait été arrêté et dont l'exécution était confiée au lieutenant-colonel comte d'Heinze, ayant pour adjoint le capitaine du génie de Gontzenbach; celui-ci resta plus tard seul chargé de la direction. Il décida bientôt le roi à abandonner son projet primitif, et la nouvelle forteresse fut construite à l'emplacement qu'elle occupe aujourd'hui, près de la ville de Graudenz. L'ordre du cabinet relatif à cette mesure est daté du 21 mai 1776. Les études du nouveau projet furent vivement poussées par Gontzenbach et, le 6 juin de la même année, le roi arrêta le tracé du fort. Le 3 août, furent commencées les maçonneries, et en octobre 1776 le fossé principal était achevé sur presque toute sa longueur.

La forteresse (voir la pl. XV) a la forme d'un demi-octogone régulier, dont la gorge est appuyée à la Vistule. Le tracé est à peu près celui du premier système de Vauban, amélioré d'après les modifications que lui-même avait introduites dans ses systèmes ultérieurs.

Il comprend deux demi-bastions et trois bastions détachés de l'enceinte. En arrière des bastions se trouve une enceinte continue, à deux étages de casemates, appelée *donjon;* elle est percée de deux portes seulement, dans les courtines 1 et 5. Les bastions sont pleins, avec des flancs retirés, curvilignes et à deux étages; de petites poternes sont pratiquées dans les orillons. En avant des courtines sont des tenailles et des demi-lunes; ces dernières, avec réduits, sont casematées et contiennent des magasins à poudre. Aux saillants du chemin couvert, se trouvent de petits réduits en maçonnerie avec poterne de sortie sur le chemin couvert. Au nord, le front IV-V est couvert

par une contre-garde, en avant de laquelle se trouvent deux petits ouvrages, le *blockhaus* et le *tambour*. Au sud, vers la ville de Graudenz, est un ouvrage à cornes, relié au front I-II par une sorte de caponnière double. Enfin, comme ouvrages détachés, Graudenz a trois petites lunettes en terre, avec réduits en maçonnerie, distantes de 300 à 400 pas de la crête du glacis.

La gorge du fort est fermée par deux étages de casemates, connus sous le nom de ligne des magasins. Les pentes de la Vistule sont battues par de petits tambours en maçonnerie. Sur la rive gauche de la Vistule se trouvent seulement quatre petits ouvrages en terre, qui devaient former tête de pont, mais qui, dans leur état actuel, n'ont aucune importance.

Le premier projet de la forteresse a été dessiné de la main même du grand Frédéric, et comprend déjà l'ouvrage à cornes qui ne fut construit que plus tard.

La forteresse se développe sur une longueur de 1600 mètres ; sa profondeur est de 750 mètres, de 1800 mètres si l'on y comprend les ouvrages de la rive gauche de la Vistule.

La colline sur laquelle elle s'élève s'étend le long du fleuve, depuis la ville de Graudenz jusqu'à Parsken, suit la vallée de l'Ossa et s'élargit pour former un plateau demi-circulaire entre cette vallée et le confluent de la Trinka et de la Vistule.

La Trinka a les mêmes sources que l'Ossa, dont elle n'est, dit-on, qu'une dérivation, que Copernic fit creuser, à hauteur du village de Krotkau, pour donner de l'eau potable à la ville de Graudenz.

Au delà des vallées de l'Ossa et de la Trinka, le terrain se relève de nouveau et le plateau est entouré par une série de hauteurs distantes de 4000 à 6000 mètres du fort, commençant au Bingsberg pour se terminer, en passant par le Pfaffenberg, vers Stremoczin, en amont de Graudenz. Le plateau, comme les hauteurs qui l'environ-

nent, a une altitude de 62 à 65 mètres au-dessus du niveau de la Vistule ; il est coupé par de nombreux ravins, assez profonds, sur lesquels la place n'a presque pas de vues, et qui permettent de déboucher à couvert des vallées de l'Ossa et de la Trinka. Aussi, Frédéric le Grand avait-il eu, dès cette époque, l'intention de comprendre tout ce plateau dans un grand camp retranché, dont le fort actuel aurait formé le réduit.

Le devis présenté par Gontzenbach se montait à deux millions de thalers et ne comprenait que la maçonnerie des fronts casematés, dans lesquels on devait pouvoir loger une garnison de 2400 hommes d'infanterie, 100 mineurs, 150 canonniers, et emmagasiner des approvisionnements pour huit mois.

L'ouvrage à cornes ne fut construit qu'après la mort de Frédéric, de 1787 à 1790.

Le devis de la construction du système de mines se montait à 750,000 thalers. On avait eu primitivement l'intention de construire plusieurs étages de mines superposés, s'avançant à 150 pieds (47 mètres) en avant du glacis, avec une ligne de moindre résistance de 70 pieds (22 mètres) au maximum. Plus tard, on abandonna ce projet et l'on entoura Graudenz de mines à un seul étage, du système de Laar, dont l'exécution fut plus ou moins complète ; la ligne de moindre résistance ne dépassa pas 10 mètres et la plus longue galerie s'avança de 120 mètres sous le glacis.

En même temps que les travaux de mine, on exécutait aussi de nombreuses communications souterraines entre l'intérieur de la place et les bastions, les demi-lunes et les contre-mines, etc., etc.

A la mort de Frédéric, en 1786, Graudenz était à peu près achevé. L'ouvrage à cornes, la contre-garde et une partie des mines restaient seuls à construire. Les travaux furent terminés vers 1790 ; les dépenses s'étaient élevées, jusqu'à cette époque, à 3 750 000 thalers.

De 1803 à 1806, on construisit la contre-garde et le système de mines en avant de cet ouvrage.

En 1806 et en 1807, Graudenz, comme on le sait, fut assiégé ; l'armement de la forteresse comprenait 205 pièces de différents calibres. Le commandant de la place était le célèbre général d'infanterie de l'Homme de Courbière, alors âgé de 73 ans. La garnison se composait de 6 bataillons d'infanterie, 1 compagnie de chasseurs, 1 compagnie de mineurs, un petit détachement de hussards et un bataillon d'artillerie. La place ne tomba point entre les mains de l'ennemi.

Après le siége, on ne fit plus de grandes dépenses pour Graudenz ; on se borna à entretenir les maçonneries.

Programme des opérations. — Les hypothèses et les données qui devaient servir au simulacre du siége de Graudenz étaient les suivantes :

Une armée, dite de l'Ouest, après avoir été battue dans les environs de Kœnigsberg par une armée dite de l'Est, supérieure en nombre, a passé la Vistule à Dirschau, dont elle a détruit les ponts derrière elle, ainsi que ceux de Marienbourg. L'armée de l'Est, de son côté, a franchi la Vistule au sud de la pointe de Montau et pousse l'armée ennemie dans la direction de Stettin. Le commandant en chef de l'armée de l'Est forme en même temps, près de Marienbourg, avec des troupes de réserve, un corps de siége, qu'il dirige avec le parc de siége nécessaire sur la forteresse de Graudenz, en lui donnant pour mission d'investir cette place sur les deux rives, de l'assiéger et d'empêcher ainsi sa forte garnison de tomber sur les derrières de l'armée de l'Est pendant ses opérations sur la rive gauche de la Vistule. En même temps, Danzig et Thorn sont bloqués.

La forteresse de Graudenz a son armement complet ; elle possède une artillerie suffisante et une forte garnison.

Pour augmenter autant que possible, lors de l'investissement, les difficultés des travaux de siége, en avant du

front d'attaque probable, le commandant de la place a fait occuper le bord du plateau; il y a fait construire six retranchements, des tranchées, des emplacements pour les pièces, etc. De plus, il a fait tendre des inondations dans les vallées de l'Ossa et de la Trinka, à l'aide de barrages qui sont défendus par des détachements de troupe, notamment à Ossa-Krüge et au moulin supérieur de la ville de Graudenz.

Voici maintenant le plan qui avait été adopté pour les opérations de l'armée de siége :

Le corps d'investissement s'avance vers la place sur trois colonnes.

La première colonne part de Marienwerder, traverse Garnsee et Roggenhausen, où elle passe l'Ossa, et occupe le secteur méridional compris entre la Trinka et la Vistule, en particulier les villages de Klotken, Gross-Ellernitz, Wangerau, Tusoh, Rehkrug, Stremoczin.

La deuxième colonne suit la première; mais à partir de Marienwerder, elle reste sur la chaussée de Graudenz, repousse les avant-postes de la garnison dans les terrains bas de l'Ossa et occupe la crête des hauteurs, depuis le Bingsberg, près de la Vistule, en passant par Walddorf, Burg-Belchau (Bialachowo), jusqu'à Klotken.

La troisième colonne, qui a traversé la Vistule à Neuenburg, complète l'investissement de Graudenz sur la rive gauche et occupe Gross-Sanskau, Klein-Sanskau, Flœtenau, Ober-Gruppe, Nieder-Gruppe et Bratwien.

Aussitôt après l'investissement, les troupes se fortifient dans leurs positions; les avant-postes sont poussés aussi loin que possible vers la place, et pour établir les communications entre les deux rives, on jette des ponts, en amont près Bratwien, en aval près de Sanskau. Le pont d'aval n'est d'abord qu'un pont volant, près de Sackrau, parce qu'on ne dispose pas, dans les premiers moments, d'un matériel suffisant pour un pont entier.

Les renforts nécessaires pour les travaux de siége arri-

vent ensuite et sont répartis dans la zone d'investissement de la deuxième colonne; ils sont suivis par le parc de l'artillerie, qui vient de Marienwerder par la chaussée.

On procède alors à un investissement plus étroit de la forteresse.

Dans ce but, deux colonnes sont dirigées vers la place, l'une venant d'Ellernitz par Gross-Tarpen, l'autre de Klotken par la chaussée, après que l'artillerie assiégeante a contrebattu les retranchements avancés de l'assiégé.

La première colonne prend Gross-Tarpen, passe la Trinka et attaque les retranchements de l'aile droite. La deuxième colonne, plus forte, va de l'étang de Tarpen sur Schwiercoczin, s'en empare et attaque ensuite les retranchements du centre de la ligne. L'assiégé est ainsi obligé d'abandonner les défilés d'Ossa-Krüge, ce qui permet à une troisième colonne de déboucher de Burg-Belchau. Après la prise des retranchements par la deuxième colonne, le centre de la ligne ennemie est percé et le combat, se continuant de là vers les deux ailes, tous les autres ouvrages avancés tombent entre les mains de l'assaillant. La crête du plateau est alors fortement occupée et défendue contre toutes les tentatives de l'assiégé. Les retranchements dont on s'est emparé sont organisés défensivement, de manière à offrir des points d'appui tactiques à l'armée assiégeante, et renforcés par quelques ouvrages en des endroits bien choisis. La ligne des avant-postes, chargée de resserrer l'investissement, a son aile droite sur les pentes de la Vistule à hauteur de Parsken, occupe Neudorf en avant du front d'attaque et appuie son aile gauche à Hennemanns-Berg, où l'on a construit un petit ouvrage de campagne caché des vues de la forteresse.

Après avoir fait une reconnaissance de la place, on se décide à attaquer le front du nord.

Le parc et le dépôt principal de l'artillerie sont établis au nord d'Ossa-Krüge, le dépôt du génie sur la rive

gauche de l'Ossa, contre la chaussée. Sous la protection des troupes occupant le plateau, on construit et on arme les batteries d'investissement, qui ouvrent le feu contre la place ; 28 pièces sont mises en batterie (1). A la nuit, les troupes placées en avant, au risque d'un combat acharné, se portent à hauteur de l'emplacement qu'occupera plus tard la deuxième parallèle et s'y enterrent.

C'est derrière ce rideau de troupes que s'ouvre alors la première parallèle, à 1 000 mètres environ de la place, sur un développement de 2 100 mètres. Les communications à creuser pendant la même nuit ont une longueur de 900 mètres.

Pendant que l'on ouvre la tranchée, on commence les batteries d'attaque proprement dites ; comme elles sont placées dans une dépression de terrain et défilées des vues de la place, on les achève complétement et on les arme les jours suivants.

C'est alors que commence l'attaque régulière de l'artillerie contre les ouvrages de la forteresse. 52 pièces sont en batterie (2). En outre, 6 pièces de 9c sont établies aux deux ailes et 30 mortiers lisses sont ultérieurement, à mesure de l'avancement des travaux, installés dans les parallèles.

Aussitôt que le feu des batteries d'attaque a pris une certaine supériorité sur l'artillerie de la place, on pousse en avant les travaux de sape et, sous la protection d'une ligne d'infanterie, on construit la deuxième parallèle, à 380 mètres en avant des lunettes détachées III et IV, sur un développement de 1800 mètres environ.

La position des batteries d'investissement a déjà éclairé la défense sur le choix du front d'attaque. Aussi, après l'ouverture de la première parallèle, elle a non-seulement complété son armement, mais encore construit,

(1) Batteries 1 à 6 du Plan. (Voir le tableau de la page 496.)
(2) Batteries 1 à 11 du Plan. (Voir le tableau de la page 496.)

à hauteur des lunettes III et IV, des batteries collatérales et intermédiaires, reliées entre elles par des communications et armées de 16 pièces. L'assiégeant débouche alors de la deuxième parallèle, à la sape pleine pendant le jour, à la sape volante pendant la nuit; il s'avance jusqu'à 150 mètres des lunettes et, sous la protection de troupes qui se portent en avant et qui s'enterrent, il construit deux demi-places d'armes qui, plus tard, sont élargies et armées de mortiers de 15c.

Le feu, dirigé sans interruption contre les lunettes et les batteries avancées de l'assiégé, et le tir des petits mortiers permettent d'espérer la réussite d'une attaque de vive force contre ces ouvrages. Aussi, continuant pendant le jour les travaux d'approche à la sape pleine, pour faire croire à l'ennemi qu'on a l'intention de s'avancer pied à pied, l'assiégeant débouche la nuit suivante, avec des forces supérieures, en partie des places d'armes, en partie de la deuxième parallèle, sous la protection d'un feu très-vif d'artillerie. Il s'empare des lunettes et des batteries voisines, transforme les communications de ces batteries en troisième parallèle et l'agrandit vers les deux ailes à la sape simple. Il ferme les lunettes à la gorge et les retourne contre la place, en dégageant au contraire les faces opposées; des communications sont établies en arrière avec la deuxième parallèle.

Malgré quelques sorties vigoureuses de l'assiégé et un tir plongeant très-vif, principalement dirigé contre les lunettes, l'assiégeant reste maître des positions conquises. Des mortiers de 15c sont transportés dans la 3e parallèle et lancent des projectiles dans l'intérieur de la forteresse. Après le complet achèvement de la 3e parallèle, on s'avance à la sape pleine, en employant autant que possible la sape volante pendant la nuit. Dans une des nuits suivantes, on profite d'un moment favorable pour construire, sous la protection de tirailleurs placés en avant dans des tranchées-abris, deux nouvelles places d'armes, dont on éta-

blit en même temps les communications en arrière avec la 3e parallèle ; à partir de ce moment les cheminements en avant s'exécutent tous à la sape pleine.

Aussitôt que l'on atteint le pied des glacis, on construit la 4e parallèle en employant encore la sape volante pendant la nuit, si c'est possible, puis on construit les puits de mine, en commençant en même temps les cheminements sur les glacis en sape traversée.

On suppose que l'assiégeant sait qu'il n'existe de système de mine régulier que devant les angles rentrants du chemin couvert, que le système de mines en avant des angles saillants est incomplet, enfin qu'il n'y en a pas du tout dans le terrain compris entre la capitale de la demi-lune IV et le bastion V près de la Vistule. On se décide d'après cela à faire une guerre de mines sérieuse devant le réduit de place d'armes 7, et à pousser pendant ce temps les travaux d'approche et de couronnement devant les autres ouvrages. Si l'on y trouvait des contre-mines, on devrait les attaquer avec des contre-puits.

Par la guerre souterraine, l'assiégeant parvient à se rendre maître du réduit 7 et à en renverser la contrescarpe en deux endroits différents, pour préparer la descente du fossé et le chemin des brèches que le tir plongeant de l'artillerie a exécutées de loin sur la face gauche du bastion IV et sur la face droite de la demi-lune IV.

Mais comme il est nécessaire, pour pénétrer dans le donjon et dans l'intérieur de la forteresse, de renverser la porte de la courtine IV-V (qu'il serait peut-être difficile d'atteindre de loin), il y aura lieu probablement d'établir une batterie de brèche dans le réduit de places d'armes 8.

Dans ce but, il faut démolir la caponnière qui se trouve en avant de la contre-garde, ce que l'on fait au moyen du tir indirect, et l'on construit une descente de fossé en galerie de mines, qui conduit dans le fossé de la contre-garde. Profitant de cette descente de fossé et de l'ouverture pratiquée dans la caponnière, on donne l'assaut à la con-

tre-garde et à la lunette 8. Puis, on y construit la batterie de brèche dont il a été question plus haut pour détruire la porte de la courtine IV-V et faciliter l'accès dans le corps de place, auquel on donne enfin l'assaut.

Exécution des travaux. — Les pionniers, arrivés le samedi 12 juillet dans leurs cantonnements, firent le lundi 14 leurs travaux préparatoires pour les exercices combinés de siége et de pontage. Les pontonniers sortirent les bateaux des hangars et déchargèrent l'équipage de pont du 1er corps d'armée, qui avait été amené de Danzig en bateau à vapeur. Pour les travaux de siége, on forma les dépôts du génie, on réunit le matériel et les outils apportés par les bataillons de pionniers, et l'on procéda à la confection des fascinages nécessaires.

Les travaux d'armement sur le front d'attaque avaient déjà été exécutés antérieurement par les pénitenciers militaires conformément à une décision ministérielle. Les travaux extérieurs de la défense furent faits par les pionniers ; ils consistèrent en quelques retranchements pour l'infanterie, reliés à des emplacements de pièce et à des tranchées-abris pour tirailleurs.

C'est le mercredi 16 juillet que commencèrent les manœuvres proprement dites. Les pontonniers jetèrent un pont volant à hauteur de Sakrau pour mettre en communication les troupes d'investissement des deux rives de la Vistule. Le lendemain ce pont fut remplacé par un pont de bateaux. Le simulacre de siége commença par une attaque de vive force contre les travaux extérieurs de la défense, manœuvre qui fut exécutée par le 44e régiment d'infanterie, de la garnison de Graudenz. Les pionniers avaient été en partie chargés de la défense.

Une fois maître de la crête du plateau, l'assiégeant y établit sa ligne d'investissement en y construisant quelques retranchements, en utilisant et transformant les travaux ennemis, et poussa ses avant-postes jusqu'à hauteur de l'emplacement de la 2e parallèle. Le même jour, l'artil-

lerie, dont le personnel était fourni par le 1er et le 5e régiment d'artillerie à pied, construisit les batteries d'investissement (1), sinon complétement au moins en partie. Dans l'hypothèse que ces batteries aient produit leur effet pendant la journée contre la place, le vendredi 18 juillet au soir, les pionniers ouvrirent la première parallèle. Elle ne fut construite réellement qu'en deux points différents sur une longueur de 375 mètres environ, en partie par l'infanterie, en partie par les pionniers ; on fit aussi les communications en arrière, mais les sapes ne furent point élargies.

En supposant que, pendant l'ouverture de la tranchée, les batteries d'attaque (2) aient été construites et armées, et qu'elles aient pris la supériorité sur l'artillerie de la place, le mardi 22, à 7 heures du soir, on fit la 2e parallèle et les communications en arrière avec la première. Une partie seulement de la parallèle fut exécutée; elle ne fut pas non plus élargie. Le mercredi 23 juillet, on poussa plus loin pendant le jour les approches, et le soir on fit une demi-place d'armes en avant de la lunette IV ; elle ne fut point élargie, pas plus que les communications en arrière, et fut exécutée à la sape volante. Les pionniers seuls y furent employés comme travailleurs ; on sépara les porteurs de gabions des colonnes de travailleurs.

Le jeudi, dans la journée, on continua à s'avancer ; le soir, une attaque de vive force, partie de la demi-place d'armes, fut dirigée contre la lunette IV, les batteries voisines et leurs communications. Le défenseur avait construit ces batteries après l'ouverture de la première parallèle, pour rester en possession le plus longtemps possible du terrain des attaques, conformément aux règles de l'art moderne, de manière qu'en prenant souvent l'offen-

(1) Batteries 1 à 6 du Plan. (Voir le tableau de la page 496.)
(2) Batteries 7 à 11 du Plan. (Voir le tableau de la page 496.)

sive rendue ainsi plus facile, il pût retarder considérablement les travaux de siége de l'assaillant.

Maître des communications entre ces batteries et les lunettes détachées, l'assiégeant les utilisa la nuit suivante comme amorces de la 3e parallèle, en creusant un nouveau fossé du côté opposé. La tranchée ainsi retournée fut prolongée la même nuit vers l'aile droite ; on s'établit en même temps dans la lunette IV, et l'on exécuta les communications en arrière, la descente et le passage de fossé. Les palissades du fond du fossé de la lunette avaient été détruites sur une longueur de 4 mètres au moyen de dynamite avant l'attaque de vive force.

Vers le matin, on déboucha de la 3e parallèle, qui fut élargie ; les jours suivants on continua les cheminements en travaillant pendant la nuit à la sape volante. Après avoir amorcé deux nouvelles demi-places d'armes, qui ne furent exécutées qu'en partie, on procéda à l'ouverture de la 4e parallèle au pied du glacis. Cette parallèle achevée, on commença les puits de mines, tout en continuant à s'avancer. Les puits étant prêts, on commença, le lundi 4 août, la guerre de mines, et pendant qu'elle s'exécutait, on termina les cheminements du glacis et le couronnement du chemin couvert.

(Extrait du *Militair-Wochenblatt.*)

Traduit de l'allemand par
D. Cahen,
Capitaine d'artillerie.

(*A suivre.*)

Le tableau suivant fait connaître l'armement et la destination des batteries construites ou tracées pendant le simulacre de siége.

Simulacre du siége de Graudenz.

BATTERIES EXÉCUTÉES OU PROJETÉES.

N° des batteries.	BUT PRINCIPAL.	ARMEMENT. Canons de 15c frettés.	Canons de 15c courts.	Canons de 12c	Canons de 9c	Mortiers de 21c rayés.	Mortiers de 15c lisses.	DISTANCE approximative du but, d'après les plans dont on dispose.
								mètres.
1	L'intérieur de la place	6						4500
2	La lunette IV et la place		4					1300—2500
3	La place		4					2300—2600
4	La lunette III et la place		4					1800—2500
5	La place et la lunette IV		4					1500—2500
6	La lunette III et la place		6					1100—1600
7	Le bastion IV et la demi-lune III			4				1300—1400
8	Le bastion V et la demi-lune IV		4					1300—1400
9	Le bastion IV, la contre-garde et la lunette IV		4					1400
10	La demi-lune IV et la lunette III			6				1200—1500
11	La demi-lune III et le bastion III		6					1500
12	Le bast. V, la contre-garde et la demi-lune IV					2		1600—1800
13	Le bastion IV et la demi-lune III					2		1500
15	Batterie de brèche contre la face gauche du bastion IV		4					1050
14	Batterie de brèche contre la caponnière de la contre-garde [à côté de la batterie 13]		4					1500
16	Batterie de brèche contre la face droite et la demi-lune IV		4					1100
	Total des pièces nécessaires pour armer les batteries mentionnées ci-dessus et les emplacements pour canons ou mortiers dans les parallèles	6	44	10	6	4	16	

Observations. — 1° Ne furent construites réellement que les batteries 7, 8, 11 et 13 (la batterie 11 pour 4 pièces seulement); les autres batteries furent seulement tracées.

2° On construisit en outre et on arma trois emplacements, chacun pour deux canons de 9c dans la première parallèle, et quatre emplacements pour quatre mortiers lisses de 15c dans la deuxième et dans la troisième parallèle.

DES ÉPAULEMENTS RAPIDES

ET

DE L'APPROVISIONNEMENT DES BATTERIES EN OUTILS DE PIONNIERS

(Extrait de la *Revue militaire autrichienne de Streffleur.*)

La *Revue d'artillerie* a publié, dans sa livraison d'août 1873, une Instruction pour la construction des épaulements rapides, qui avait été approuvée par le Ministre le 5 juillet précédent.

La *Revue autrichienne de Streffleur* ayant donné, dans ses numéros de juillet et de décembre 1873, des détails intéressants sur l'utilité de semblables abris et sur les expériences faites en Allemagne pour en constater l'efficacité, il a paru opportun de les reproduire, au moment où des mesures viennent d'être prises en France pour approvisionner, d'une manière plus complète, les batteries de campagne en outils à pionniers. (*N. de la R.*)

I. DE L'UTILITÉ DES ÉPAULEMENTS RAPIDES.

Les avantages que l'artillerie peut retirer en campagne de la construction d'épaulements rapides étaient encore généralement contestés au début de la guerre de 1866; mais, après Sadowa, ils ne furent plus méconnus que par ceux qui n'avaient pas suivi tous les incidents de la lutte soutenue dans cette journée par la réserve générale de l'artillerie autrichienne. N'étant pas appuyée par des troupes d'infanterie, elle n'avait pu, il est vrai, produire d'effet décisif, mais du moins, grâce aux travaux exécutés avant le combat, elle avait tenu plus longtemps et agi plus vigoureusement qu'elle ne l'eût fait en rase campagne: et quand, tout espoir de succès étant irrévocablement perdu, la retraite devint inévitable, ce mouvement put être exécuté par un grand nombre de pièces, qui seraient restées entre les mains de l'ennemi, si elles n'avaient été jusque-là abritées contre ses coups.

Dans l'enquête ouverte, après 1866, parmi les commandants de batterie, trois opinions différentes furent exprimées; elles étaient soutenues, chacune, par un nombre

d'officiers à peu près égal. Pendant qu'une partie d'entre eux se prononçaient nettement en faveur de la mise en pratique des épaulements rapides, le premier des deux autres groupes n'admettait ce genre d'abris qu'avec certaines réserves et le second en rejetait complétement l'emploi, prétendant que des travaux de cette nature ne servent qu'à faciliter le pointage de l'ennemi. A cela on peut répondre d'abord que les divers éléments d'une batterie en position et faisant feu sont d'assez bons points de mire pour qu'il soit possible d'obtenir un tir satisfaisant, même lorsque la distance est très-considérable, et que le pointage, loin d'être plus précis quand les pièces sont protégées par un épaulement, peut au contraire devenir incertain, pourvu que l'on ait soin de recouvrir de branches et de feuillages les terres du remblai. On ne doit pas oublier, en outre, que le feu de l'artillerie ennemie n'est pas la seule chose à redouter; en effet, sur un terrain découvert, une batterie ne pourrait s'établir à moins de 1 200 pas d'une ligne de tirailleurs sans s'exposer à subir des pertes très-sensibles. Les résultats obtenus dans les exercices de tir suffisent à prouver la justesse de ce principe, dont l'évidence, tenue pour incertaine après l'expérience de 1866, a été, depuis lors, nettement établie par une étude attentive des faits de guerre plus récents et par des recherches poursuivies pendant la paix. C'est ainsi qu'à Gravelotte le feu de l'infanterie française causa des pertes considérables à des batteries prussiennes éloignées de 1 200 pas, et qu'à la lande de Simmering une compagnie, composée pour les $^2/_5$ de recrues, envoya, en deux minutes, dans une batterie (les servants et les attelages étaient figurés par des panneaux), 126 balles à 1200 pas, 299 à 800 et 327 à 600; la batterie eut donc été détruite entièrement, même à la plus grande distance.

A l'appui des considérations qui précèdent, on peut citer encore des expériences exécutées au Lechfeld en

1873 : les résultats obtenus sont résumés dans les deux tableaux suivants, empruntés à la *Gazette militaire.*

1° *Tir de l'infanterie contre l'artillerie.* — L'objectif était formé par quatre bouches à feu en batterie à 15 mètres d'intervalle. Les cadres, les servants et les attelages étaient figurés par des cibles qui avaient les dimensions suivantes : pour un homme vu de front, $1^m,80$ de haut et $0^m,40$ de large; pour un homme vu de profil, $1^m,80$ de haut et $0^m,30$ de large; pour un cavalier, $2^m,80$ de haut et $0^m,90$ de large; pour un cheval, 2 mètres de haut et $0^m,90$ de large.

Nos des séances.	DONNÉES DU TIR.							RÉSULTATS DU TIR (balles ayant atteint le but).														
	Nombre de tirailleurs.	Nombre des coups tirés.		Temps (en minutes).	Distance		Objectif.	1° Personnel.							2° Matériel.				Nombre total des balles ayant atteint le but.	Pour cent.
		Total.	par homme.		estimée.	réelle.		Commandant de la batterie.	1er ch. de sect.	2e chef de section.	Trompette.	Sous-officiers et servants.	Conducteurs.	Chevaux.	Affût.	Bouche à feu.	Avant-train.	Caisson.	Avant-train.		
					m	m															
2e	113	8482	75.06	20	748	750	1re pièce	—	6	—	—	654	24	143	2	—	5	3	2	2583	30.45
							2e pièce.	29	—	—	—	226	72	385	9	—	12	10	6		
							3e pièce.	—	—	15	28	127	117	429	6	—	5	11	4		
							4e pièce.	—	—	—	—	52	22	166	7	—	4	11	1		
								2485							98						
4e	113	8616	76.2	20	750	750	1re pièce	—	15	—	—	95	59	134	4	—	6	5	7	1558	18.08
							2e pièce.	14	—	—	—	135	50	255	5	—	13	6	5		
							3e pièce.	—	—	7	5	125	40	202	6	—	20	6	12		
							4e pièce.	—	—	—	—	69	29	185	8	—	22	10	14		

Observation. — A chaque distance, 104 feux de peloton, le reste des balles tirées à volonté. Dans les deux cas, tous les hommes et les chevaux atteints.

2° *Tir de l'artillerie contre l'infanterie.* — Le but était une ligne de tirailleurs occupant un front de 60 mètres; les hommes debout étaient représentés par des cibles de $1^m,80$ de haut et de $0^m,40$ de large; les hommes à genoux, par des cibles de même largeur, mais n'ayant que $1^m,15$ de hauteur. A 30 mètres en arrière de cette première ligne, et de 15 mètres en retraite sur les ailes, se trouvaient deux sections de soutien, figurées par des panneaux de $1^m,80$ de haut et de 4 mètres de large, formés, chacun,

de six cibles espacées entre elles de $0^m,24$. A 100 mètres plus loin et en arrière du centre, se tenait le gros de la troupe, représenté par un panneau de $1^m,80$ de haut et de 12 mètres de large; en avant et à gauche était une autre cible figurant le commandant de la compagnie à cheval.

DONNÉES DU TIR.						RÉSULTATS DU TIR (éclats et balles ayant atteint le but).						
BOUCHES A FEU.	Obus.	Shrapnels.	Éclats et balles (nombre total).	Temps (en minutes).	Distance (mètres).	Tirailleurs debout.	Tirailleurs à genoux.	Soutiens.	Commandant.	Gros.	Nombre total des empreintes.	P. % (1).
6 canons de 8c. . .	36	54	7164	20	750	159	116	172	14	97	558	7.78
6 canons de 9c. . .	36	51	11844	20	750	400	329	494	—	212	1435	12.5

(1) Obtenu en comparant le nombre des empreintes au nombre total des balles et des éclats, calculé d'après les données suivantes : on compte 40 éclats par obus de 8c et 16 par shrapnel de 8c, celui-ci contenant en outre 80 balles, 35 éclats par obus de 9c, 16 éclats et 180 balles par shrapnel de 9c.

Observations. — Deux obus et deux shrapnels de 8c n'ont pas éclaté; une pièce de ce calibre a dû être remplacée pendant le tir, l'appareil de fermeture ne fonctionnant plus. — Quatre obus et deux shrapnels de 9c n'ont pas éclaté; au troisième coup à obus, le panneau représentant le peloton d soutien de droite fut renversé; au dixième coup, la partie droite du panneau figurant le gros de la compagnie tomba également.

L'examen et la comparaison des chiffres précédents montrent très-nettement qu'une batterie isolée, en terrain découvert, ne peut pas résister au feu d'une ligne de tirailleurs; rapidement réduite à l'inaction, il ne lui est pas possible d'exécuter un tir à mitraille vraiment efficace.

3° *Tir de l'artillerie contre l'artillerie.* — L'expérience n'a pas fait connaître d'une façon aussi précise les effets que produit le tir de l'artillerie quand il est dirigé sur l'artillerie opposée; mais on trouve, à ce sujet, de précieux renseignements dans les *Considérations sur les exercices de tir de l'artillerie autrichienne en* 1871 (1). On y voit que

(1) *Betrachtungen über die Schiessübungen der k. k. Feld-Artillerie im Jahr 1871.* — *Streffleur's österreichische militärische Zeitschrift*, juillet 1873.

l'artillerie subit, en rase campagne, des pertes seize fois plus considérables que quand elle est protégée par un épaulement, et que les moindres effets que puisse produire une batterie tirant contre une artillerie non couverte sont supérieurs aux meilleurs résultats qu'elle obtient en dirigeant ses coups contre une artillerie abritée derrière un léger remblai. (*Voir le tableau suivant.*)

Résultats obtenus avec le canon de 4 (autrichien).

BUT	NOMBRE MOYEN DES EMPREINTES par coup de canon (pour les projectiles de tous genres).		NOMBRE MOYEN DES EMPREINTES par coup de canon (par espèce de projectile).			
			SHRAPNELS.		OBUS.	
À atteindre.	Distances (en pas).	Empreintes.	Distances (en pas).	Empreintes.	Distances (en pas).	Empreintes.
Bouches à feu tirant à découvert.	1336	1.98	1133	3.4	1437	1.5
Bouches à feu abritées derrière un épaulement. . . .	1065	0.06	830	0.07	1300	0.05

Observations. — L'obus de 4 donne en moyenne 40 éclats, le shrapnel en donne 38 et il contient en outre 80 balles.

II. NÉCESSITÉ D'APPROVISIONNER LES BATTERIES DE CAMPAGNE EN OUTILS DE PIONNIERS.

L'importance que présentent les abris rapides dans les combats d'artillerie étant ainsi mise en évidence, il ne reste plus à discuter que la possibilité de leur construction. On doit admettre, en effet, que les batailles défensives, livrées sur des positions soigneusement fortifiées d'avance, appartiennent à une autre époque, et qu'aujourd'hui on ne dispose en campagne que d'un temps très-limité pour l'exécution de travaux de ce genre. Si l'on veut, en faisant usage d'abris, donner à ces moyens de défense un développement suffisant, il ne faut pas compter sur les troupes du génie; leur tâche spéciale est déjà bien assez lourde, puisqu'elles ont à créer ou fortifier des points d'appui,

ouvrir des communications, etc. Elles ne peuvent construire des épaulements pour l'artillerie ou des tranchées-abris pour l'infanterie, qu'autant que ces travaux sont compris dans le système général des défenses de la position.

L'infanterie en a jugé ainsi, puisqu'elle n'a pas hésité à adopter une pelle, malgré la surcharge qui en résulte pour les soldats. Les troupes du génie et les pontonniers ont augmenté leurs approvisionnements en outils; on a créé à cet effet des colonnes spéciales, mais l'artillerie austro-hongroise n'a encore, comme autrefois, que 16 pelles et 16 pioches par batterie. On pourrait pourtant, dans un moment pressant, employer à des travaux de terrassement 84 hommes par batterie de 4 et 91 par batterie de 8; les outils seuls feraient alors défaut; il est donc indispensable d'en augmenter le nombre. Le poids de chaque pièce s'en trouverait accru de 9 à 10 livres, ce qui est sans importance.

Avec les effectifs indiqués précédemment (chaque homme étant muni d'un outil), on pourrait, en 4 heures 20 minutes, dans les terrains ordinaires, construire une batterie ou préparer huit emplacements de pièces donnant une protection efficace contre les feux d'artillerie, et en 2 heures une batterie enfoncée, sans traverses (les pièces étant espacées de 10 pas). Une partie des artilleurs pourrait, pour l'exécution de ce travail, être remplacée par des travailleurs tirés des troupes de soutien. Dans les cas, assez fréquents, où il n'est nécessaire d'être couvert que contre les balles d'infanterie ou les éclats des projectiles, il suffirait d'un temps moitié moindre.

D'ailleurs, l'utilité de la mesure réclamée se ferait sentir ailleurs que sur les champs de bataille. L'artillerie deviendrait ainsi plus mobile et plus indépendante, puisque, sans attendre pendant longtemps l'arrivée des sapeurs du génie, elle pourrait elle-même pratiquer les rampes nécessaires, combler les fossés, élargir les passages trop étroits, etc.

Enfin, il est non moins indispensable que les batteries possèdent un certain nombre de haches et de scies pour détruire ou raser les obstacles divers : taillis, halliers, clôtures, etc., qui pourraient soit gêner leur feu, soit favoriser la marche en avant des tirailleurs ennemis.

Moritz BRUNNER, *capitaine du génie.*

(*Streffleur's österreichische militärische Zeitschrift,* déc. 1873.)

(*Note de la R.*) — A la suite des essais entrepris en France (1872) au sujet de la construction des épaulements rapides, on reconnut qu'il était indispensable de fixer à nouveau le nombre des outils à pionniers dont doivent être pourvues les batteries de campagne et de réglementer le mode de transport de ces instruments. L'étude de cette question fut confiée à dix Commissions (1) dont les rapports, soumis à l'examen du Comité, ont donné lieu aux propositions suivantes, approuvées par le Ministre le 15 janvier 1874 :

1° Les outils à pionniers, établis d'après les tables de construction du 3 juillet 1862, seront maintenus en service sans modification (*seulement les pelles seront percées d'un second œillet*).

2° L'approvisionnement, par pièce, sera fixé aux quantités ci-après :

5 pelles rondes,
1 pelle carrée,
5 pioches,
1 hache.

Tous ces outils doivent être portés sur le caisson, auquel on adapte, à cet effet, quelques ferrures nouvelles (2), l'affût étant déjà suffisamment garni par les armements nécessaires au service de la bouche à feu.

On ne pouvait, d'ailleurs, songer à utiliser l'avant-train, parce que les servants eussent été gênés par les manches des outils dans leurs mouvements pour monter sur les coffres et pour en descendre. On a isolé, autant que possible, les outils les uns des autres, de manière à éviter le bruit pendant les marches.

---

(1) Voir la *Note sur les outils employés pour la construction des épaulements rapides* approuvée par le Ministre le 23 août 1873. Cette Note, destinée à servir de guide aux Commissions, était divisée en deux parties : la première, relative à la forme et à la qualité des outils ; la deuxième, à leur mode de transport. — Les dix Commissions avaient été instituées à Alger, Besançon, Bourges, Douai, La Fère, Lyon, Rennes, Toulouse, Versailles et Vincennes.

(2) Le tracé et les dimensions des nouvelles ferrures, dont l'application, tant aux caissons modèle 1858 qu'aux caissons modèle 1872 existants, est nécessitée par les dispositions récemment adoptées, relativement au transport des outils à pionniers et tranchants entrant dans la composition des batteries de campagne, sont indiquées dans deux annexes aux Tables de construction, approuvées par le Ministre le 9 janvier 1874.

Pelles. — Deux *plaques à crochet porte-pelle* sont fixées contre les faces intérieures des brancards, en regard des arrêtoirs de coffre de devant; chacune d'elles supporte trois pelles.

Pioches. — Deux *supports de pioche* sont appliqués contre les faces extérieures des brancards, à hauteur de l'intervalle existant entre les deux coffres de l'arrière-train; chacune de ces ferrures est percée de deux trous, dans lesquels on engage les hoyaux de deux pioches dont les manches, tournés vers l'intérieur de la voiture, reposent sur la bande d'assemblage des brancards. La cinquième pioche est passée dans la mortaise de la *bande-support d'essieu porte-roue.*

Hache. — Elle est fixée contre la face gauche de la flèche du caisson, au moyen d'*un support de hache* et d'un *anneau* porte-manche de hache.

NOTE SUR DEUX CANONS WHITWORTH

SE CHARGEANT PAR LA CULASSE

expérimentés par la Commission de Calais.

(Pl. XVI.)

Lorsqu'à la date du 5 août 1871, M. le Ministre de la guerre a prescrit l'étude d'un nouveau canon de campagne, sur 28 avis exprimés, 4 se sont prononcés pour l'adoption du système Whitworth. Il s'agissait alors des canons Whitworth se chargeant par la bouche, tels qu'ils ont été expérimentés à Versailles et au camp de Châlons en 1868. Mais, depuis cette époque, sir J. Whitworth a construit de nouveaux modèles de bouches à feu, analogues aux anciennes comme système général de construction, mais en différant surtout par ce qu'elles se chargent par la culasse. Il était intéressant d'étudier ces nouveaux engins. Deux bouches à feu montées sur affût, l'une du calibre de 9 livres, l'autre du calibre de 6 livres, furent achetées à M. Whitworth, et expérimentées par la Commission de Calais dans le dernier trimestre de l'année 1873. Nous allons rendre un compte sommaire de ces expériences, en commençant par donner une courte description du matériel et des munitions.

Description des canons (fig. 1, 2, 3, 4). — Les deux canons essayés sont en acier coulé d'un seul bloc, et comprimé à l'état liquide; la frette porte-tourillons seule est rapportée et vissée au corps de canon sur les $\frac{3}{5}$ environ de sa longueur. On sait que cette compression de l'acier à l'état liquide est une propriété caractéristique des bouches à feu construites par M. Whitworth. On sait aussi que les caractères distinctifs de son système d'artillerie consistent :

1° Dans la forme de la section droite de l'âme, qui est approximativement un hexagone, et plus exactement un polygone de 24 côtés, dont 12 rectilignes et 12 en arc de cercle;

2° Dans le pas constant et très-court de la rayure;

3° Dans la forme très-allongée des projectiles.

Le mécanisme de fermeture de culasse consiste en un coin latéral qui se meut horizontalement, entre deux faces de la culasse, situées au-dessus et au-dessous du coin, à qui elles servent de guides, et que nous appellerons pour ce motif guides de culasse. Les faces inférieure et supérieure du coin, ainsi que les guides de culasse correspondants, portent quatre adents parallèles qui engrènent ensemble, et dont la direction horizontale est inclinée de $\frac{1}{20}$ sur un plan perpendiculaire à l'axe du canon. Ces adents peuvent être assimilés à des portions de filets de vis rectilignes, qui seraient tracés sur un cylindre de rayon infini. Les flancs de ces adents, tournés du côté de la bouche du canon, sont profilés en surplomb, de sorte que l'effort exercé sur le coin par le tir a une composante qui tend à ramener l'un vers l'autre les deux guides de culasse et à les serrer sur le coin. La légère obliquité de la direction des filets de vis a pour but d'obtenir le serrage énergique de la face antérieure du coin contre la tranche du tonnerre, dans laquelle un anneau Broadwell en acier doit obturer le joint. Cette face antérieure du coin est formée par une plaque mobile en acier, que l'on peut facilement changer en cas de dégradations.

Le mouvement horizontal du coin s'obtient en agissant sur une manivelle à volant qui fait tourner un arbre planté normalement à l'arrière du coin. Cet arbre porte un pignon qui engrène avec une crémaillière fixée derrière les filets du guide inférieur de culasse.

Lorsque le coin est fermé à bloc, un déclic, mobile autour d'un levier à pivot, engrène dans une entaille; lorsqu'on veut ouvrir la culasse, il faut agir sur le levier pour relever le déclic.

Le coin de culasse est évidé sur ses deux flancs. L'évidement de gauche constitue une fausse âme de charge-

ment, de même diamètre que la chambre à poudre, par laquelle on introduit successivement le projectile et la charge lorsque la culasse est ouverte. Mais, pour introduire commodément le projectile, il faut employer en outre un guide de chargement en bronze, de forme demi-cylindrique et pourvu de rayures qui forment le prolongement de celles de l'âme. Le projectile, placé sur ce guide, est poussé dans sa chambre à l'aide d'un refouloir court.

Après chaque coup tiré, on gratte les crasses qui se déposent sur les surfaces d'obturation avec une spatule en cuivre recouverte de flanelle.

La chambre à poudre est cylindrique et se raccorde par un arc de cercle avec la chambre à projectile. Elle a une longueur égale à environ deux fois son diamètre et peut contenir une charge plus grande de moitié que la charge ordinaire du même canon se chargeant par la bouche.

La chambre à projectile a des dimensions supérieures de $0^{mm},6$ environ aux dimensions correspondantes de l'âme.

Telles sont les dispositions générales communes aux deux canons de 9 et de 6 livres. Voici maintenant quelques nombres spéciaux à chacune de ces pièces :

	CANON de 9 livres.	CANON de 6 livres.
Poids total de la bouche à feu	454 kil.	305 kil.
Diamètre maximum de l'intérieur de l'âme	$69^{mm},09$	$60^{mm},20$
Diamètre minimum de l'intérieur de l'âme	$62^{mm},73$	$54^{mm},86$
Calibre (moyenne arithmétique entre les diamètres maximum et minimum)	$65^{mm},91$	$57^{mm},53$
Pas de la rayure en millimètres	1270^{mm}	1016^{mm}
Id. en calibres	19,3	17,7
Longueur d'âme parcourue par le projectile, en millimèt.	1519^{mm}	1303^{mm}
Id. en calibres.	23,0	22,6

Description des affûts (fig. 12, 13, 14, 15). — Les affûts des deux calibres ont des formes semblables ; tous les

deux sont faits, comme les canons eux-mêmes, en acier comprimé à l'état liquide. Le corps d'affût est formé de deux flasques, sans cornières ni rebords emboutis. Ces flasques sont reliés entre eux : à leur extrémité postérieure par le bout de crosse-lunette, à leur extrémité antérieure par l'essieu et le manchon d'essieu, et, dans l'intervalle entre ces deux points extrêmes, par deux entretoises. Les encastrements des tourillons sont formés d'une seule pièce, faisant corps avec les flasques. L'essieu, en acier également, est cylindrique ; il traverse les flasques dans un cylindre creux à embase, qui est ajusté et boulonné entre les flasques et constitue l'entretoise de devant. Les autres entretoises ont aussi la même forme de cylindres creux à embases.

Les fusées d'essieu ont leur extrémité filetée; les rondelles de bout d'essieu, vissées sur ces extrémités, portent une rainure dans laquelle l'esse s'engage par un tenon, et se terminent par une manivelle percée d'un œil. Lorsque l'esse est tournée de manière que son tenon soit engagé dans la rainure de la rondelle, celle-ci se trouve maintenue dans une position fixe et un peu écartée de la roue, qui possède alors toute sa liberté de mouvements. Mais lorsqu'on retourne l'esse de manière à dégager son tenon de la rainure de la rondelle, cette dernière devient libre. On peut alors, en agissant sur la manivelle, soit à la main, soit avec un levier en fer passé dans l'œil de cette manivelle, la serrer contre la roue, qui va buter sur un épaulement de l'essieu. La roue éprouve alors à tourner une difficulté d'autant plus grande que le serrage est plus énergique, et on peut utiliser cette sorte de frein pour diminuer le recul pendant le tir. Les bouts des fusées sont filetés avec des pas de sens inverse, afin que le recul ait pour effet d'augmenter le serrage.

Les roues sont à moyeu métallique, en bronze, avec 12 rais chacune.

L'appareil de pointage se compose d'un levier à four-

che, assemblé avec les flasques au-dessous de l'essieu, et se terminant, à son extrémité postérieure, par un écrou muni de tourillons. Dans cet écrou s'engage l'extrémité inférieure de la vis de pointage. L'extrémité supérieure de cette vis passe dans un collier garni de tourillons, qui tournent dans des encastrements ménagés dans une des entretoises, et qui sont maintenus par une sus-bande. Le levier à fourche est relié au canon par une bielle dont l'extrémité supérieure est articulée à la culasse, tandis que son extrémité inférieure se fixe au levier. A cet effet, le levier et la bielle sont percés de trous qu'on met en correspondance, et dans lesquels on engage une chevillette.

De chaque côté de l'affût est placé un coffret à munitions, traversé par l'essieu. Le coffret de gauche contient trois coups à mitraille, et celui de droite des outils. Les deux coffrets portent des siéges pour les servants.

Dimensions principales des affûts.

	AFFUT de 9 livres.	AFFUT de 6 livres.
Poids total de l'affût avec roues, coffrets chargés et armements	516k	432k
Poids de la roue	100k	54k
Diamètre de la roue	1435mm	1371mm
Poids de la crosse reposant horizontalement sur le sol	70k	58k
Poids de la crosse sur le crochet cheville-ouvrière de l'avant-train	41k	37k
Voie totale, du dehors d'une roue au dehors de l'autre, sur le sol	1511mm	1473mm
Angle de la flèche avec le sol	25°	25°15'
Hauteur du centre de l'essieu au-dessus du sol, dans l'axe de l'affût	738mm	697mm
Hauteur de l'axe des tourillons au-dessus du sol	977m	929mm
Angles extrêmes entre lesquels on peut pointer d'une manière continue	—3°à30°30,	—4°30'à33°

En résumé, les affûts de M. Whitworth présentent comme caractères distinctifs :

1° Leur construction en acier fabriqué dans des conditions spéciales ;

2° Leur appareil de pointage;

3° Leur système de frein;

4° Le peu de hauteur de l'axe du canon au-dessus de l'essieu.

Description des munitions. — La poudre employée pour les gargousses est la poudre anglaise R. L. G. Les poids des charges sont :

$1^k,020$ pour le canon de 9 livres, } soit $\frac{1}{4}$ du poids du
$0^k,680$ pour le canon de 6 livres, } projectile, exactement.

Les projectiles sont, pour chacun des canons, de quatre espèces différentes :

1° Obus ordinaire à culot prismatique (fig. 6);
2° Obus ordinaire à culot tronconique (fig. 7);
3° Obus à balles (fig. 8, 11);
4° Boîte à mitraille (fig. 9).

Les obus ordinaires des deux sortes sont en fonte rabotée, sans manchon, couronnes, ni ailettes de métal mou. Ils diffèrent peu dans leur forme et dans leurs dimensions pour le même calibre. La principale différence consiste en ce que, pour les premiers, la partie postérieure est prismatique, comme la forme générale du corps du projectile. Pour les seconds, cette partie postérieure est légèrement effilée en tronc de cône. Pour abréger le discours, nous désignerons désormais ces deux sortes d'obus par les dénominations : obus prismatique, obus tronconique, en sous-entendant que cette spécification de forme s'applique au culot seulement.

Le vent des obus dans l'âme est de $0^{mm},5$ seulement. La tolérance totale sur les dimensions transversales est de $0^{mm},25$, en plus ou en moins. Les obus prismatiques portent à leur partie postérieure trois petits boutons en cuivre faisant saillie, de manière à arrêter le projectile dans une position fixe de chargement, en venant buter contre le raccordement de la chambre à poudre avec la chambre à projectile. Les obus tronconiques ne présentent pas cette disposition; aussi lorsque, dans le charge-

ment, on les pousse avec le refouloir court, par la culasse, ils s'arrêtent à des distances très-variables dans l'âme. Il en résulte de grandes variations dans les densités de chargement et, par suite, de très-grandes irrégularités dans les vitesses initiales et dans les portées. Pour obvier à cet inconvénient, on a été obligé de s'assujettir, après avoir chargé par la culasse, à refouler le projectile sur la charge par la bouche du canon.

Les fusées employées pour produire l'éclatement sont des fusées Pettman simplifiées (fig. 10), en ce sens qu'elles n'ont qu'un seul mode d'inflammation, par le choc de la petite sphère supérieure, devenue libre au départ, contre le fulminate contenu dans le canal circulaire de la masselotte.

Les dimensions principales des obus ordinaires des deux formes et des deux calibres sont les suivantes :

	OBUS de 9 livres		OBUS de 6 livres	
	prismatique	tronconique.	prismatique	tronconique.
Longueur totale de l'obus, avec tampon..	251mm,5	259mm,1	203mm,2	219mm,7
Diamètre maximum du corps de l'obus.	68mm,58	68mm,58	59mm,69	59mm,69
Diamètre minimum du corps de l'obus.	62mm,23	62mm,23	54mm,36	54mm,36
Longueur de l'obus en diamètre moyen ..	3,8	3,9	3,4	3,7
Diamètre à la base du culot tronconique.	»	48mm,5	»	45mm,0
Diamètre du vide intérieur cylindrique..	36mm,8	38mm,1	31mm,7	31mm,7
Poids de la charge d'éclatement.....	227gr.	212gr.	127gr.	120gr.
Poids total de l'obus chargé, avec fusée..	4k,217	4k,060	2k855	2k,784
Poids auquel on a lesté les obus pour le tir	4k,080	4k,080	2k,720	2k,720

Les obus à balles sont construits dans un système analogue aux shrapnels Boxer. Le corps de l'obus est en fonte; il a les mêmes dimensions transversales que l'obus ordinaire prismatique, mais il est moins long. Il contient dans le culot une cavité où se loge la charge d'éclatement, renfermée dans une boîte en cuivre. Au-dessus de cette cavité s'appuie un diaphragme en fer, dans lequel se visse verticalement un tube central en fer, contenant

également de la poudre. Les balles sont disposées par couches de cinq, autour de ce tube, et assujetties avec de la résine. On exécute le chargement en dévissant la tête de l'obus ; lorsque le chargement est terminé, on le maintient par un anneau supérieur en fer, traversé en son centre par le tube central. Cet anneau est maintenu lui-même par la tête de l'obus, lorsqu'elle est vissée à fond. Deux petits rivets relient la tête et le corps de l'obus, et les empêchent de se dévisser au départ. Cette précaution est nécessaire, car les têtes des obus à balles et les fusées sont vissées dans un sens tel qu'elles tendent à se dévisser quand l'obus prend sa rotation. Les fusées sont percutantes et sont les mêmes que pour les obus ordinaires. Les données principales relatives aux obus à balles sont contenues dans le tableau suivant :

	CANON de 9 livres.	CANON de 6 livres.
Longueur de l'obus	203mm	173mm
Diamètre du vide cylindrique	41mm	37mm
Nombre de balles (en plomb et antimoine)	40	35
Poids de chaque balle	228gr,7	145gr.
Poids de la charge d'éclatement	16gr.	10gr.
Poids total de l'obus chargé, avec fusée	4k,154	2k,720

Les boîtes à mitraille se composent d'une enveloppe cylindrique en fonte, avec trois cannelures extérieures destinées à permettre la séparation de l'enveloppe en trois segments. La boîte est fermée à chaque extrémité par un plateau en fonte, dans lequel sont encastrées les balles des couches supérieure et inférieure. Ces fonds s'emboîtent dans l'enveloppe cylindrique et lui sont assujettis par un rivet. Un vide annulaire de 2mm,5 de hauteur existe à chaque extrémité de la boîte, entre l'enveloppe cylindrique et les plateaux de fond ; ces vides doivent se combler, au moment du départ, à cause de l'inertie du projectile, et la masse des balles assujetties avec de la résine se

gonfle alors de manière à produire le déchirement de l'enveloppe. Les balles sont formées d'un alliage de plomb et d'antimoine.

Les données principales relatives aux boîtes à mitraille des deux calibres sont les suivantes :

	CANON de 9 livres.	CANON de 6 livres.
Longueur de la boîte	199mm,4	195mm,6
Diamètre extérieur de la boîte	62mm,36	54mm,74
Diamètre intérieur de la boîte	49mm,78	43mm,69
Nombre des balles	83	40
Poids moyen de chaque balle	26gr,4	30gr,5
Diamètre des balles	16mm,7	18mm,0
Poids total de la boîte pleine	3k,968	2k,835

RÉSULTATS DU TIR.

Vitesses initiale et restante. — Les vitesses initiales ont été prises au début et à la fin des expériences. Cette double mesure a permis de constater qu'après un tir d'environ 500 coups chacun, les deux canons n'ont rien perdu de leur vitesse initiale. Les résultats moyens fournis par la mesure des vitesses initiales et des pertes de vitesse, dans un parcours de 300 mètres, sont contenus dans le tableau suivant :

	OBUS de 9 livres prismatique.	OBUS de 9 livres tronconique.	OBUS de 6 livres prismatique.	OBUS de 6 livres tronconique.
Vitesse initiale	461m,1	448,2	443,0	436,3
Écart moyen des vitesses	1,16	3,42	1,87	1,80
Coefficient balistique	0,0000008313	0,0000007394	0,0000009517	0,0000008176
Id. divisé par $\frac{a^2}{p}$	0,00000780	0,00000694	0,00000781	0,00000671
Angle de relèvement	+10',3	+8',4	+5',7	+11',2
Angle d'écart moyen vert.	5',82	2',0	4',33	5',9
Angle d'écart moyen horiz.	3',25	2',4	3',20	4',0

On peut remarquer dans ce tableau la faible valeur du coefficient balistique, qui fait ressortir les avantages de la

forme des projectiles, au point de vue du peu de résistance qu'ils éprouvent à fendre l'air. On constate aussi cette faible résistance par le bruit à peine perceptible, et très-régulier, que font entendre les projectiles à leur sortie de la bouche à feu. Les obus tronconiques ont d'ailleurs, sous le rapport du coefficient balistique, une supériorité marquée sur les obus prismatiques. Ce résultat est nettement accusé par les nombres parfaitement concordants que l'on trouve pour les deux formes d'obus, en éliminant l'influence du calibre, représentée par le facteur $\frac{a^2}{p}$.

Les écarts initiaux sont assez forts, ce qui doit nuire à la justesse du tir en portée sous les très-petits angles. Ces écarts sont probablement occasionnés par de très-légers battements, produits par le vent que l'on est obligé de laisser aux projectiles.

Trajectoires. — Les résultats du tir exécuté sous les divers angles, avec des obus lestés, corrigés de l'influence du vent, et compensés par les procédés habituels, ont permis de calculer les quatre tableaux suivants :

Obus prismatique de 9 livres.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	DÉRIVATION.	DURÉE du trajet.	ORDONNÉE maximum.	VITESSE horizontale.	VITESSE tangentielle.	ÉCART MOYEN en direction.	ÉCART MOYEN en portée.
mèt.			mèt.	secondes.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.
0	0	0	0	0	0	461,1	461,1	0	40,0
1000	1°42′	2°4′	1,0	2″,52	8,3	336,4	336,6	0,5	23,8
2000	4°7′	5°31′	4,5	5″,73	44,7	278,0	279,3	1,1	18,1
3000	6°56′	10°1′	9,0	9″,64	108	236,7	240,2	1,9	19,0
4000	11°26′	17°35′	27,0	14″,40	259	200,1	209,9	2,9	24,1
5000	16°59′	27°25′	67,0	20″,28	510	168,8	190,2	4,6	34,8
6000	25°15′	41°5′	154,0	28″,20	975	137,8	182,8	8,0	60,5

La portée extrême est d'environ 6 900 mètres ; elle correspond à un angle de projection d'à peu près 45°, à un angle de chute d'environ 68°, et à une hauteur de trajec-

toire d'à peu près 2 450 mètres. Les projectiles cessent de ricocher vers 5 000 mètres, sous un angle de chute d'environ 28°.

Obus tronconique de 9 livres.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	DÉRIVATION.	DURÉE du trajet.	ORDONNÉE maximum.	VITESSE horizontale.	VITESSE tangentielle.	ÉCART MOYEN en direction.	ÉCART MOYEN en portée.
mèt.			mèt.	secondes.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.
0	0	0	0	0	0	448,2	448,2	0	23,8
1000	1°47′	2°8′	0,3	2″,63	8,7	336,6	336,9	0,5	22,2
2000	4°12′	5°15′	1,0	5″,85	42	294,2	295,3	1,1	20,6
3000	7°2′	8°49′	3,0	9″,28	104	279,4	282,7	1,9	19,1
4000	10°11′	12°37′	11,0	13″,23	209	264,0	270,6	3,2	18,5
5000	13°40′	16°47′	25,5	17″,30	353	251,5	261,8	4,8	20,4
6000	17°36′	21°45′	44,0	21″,80	552	231,8	248,8	6,7	25,9
7000	22°18′	28°17′	73,0	27″,17	835	200,1	227,2	8,7	34,9
8000	28°40′	37°43′	118,0	34″,36	1287	160,4	202,8	11,1	47,5

La portée extrême est d'environ 8 950 mètres; elle correspond à un angle de tir de 45°, à un angle de chute d'à peu près 57°, et à une hauteur de trajectoire d'environ 2 700 mètres. A 7 500 mètres, sous un angle de chute d'environ 25°, la plupart des obus sortent encore de leur trou et font un bond presque vertical, après lequel ils vont retomber à une trentaine de mètres plus loin.

Obus prismatique de 6 livres.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	DÉRIVATION.	DURÉE du trajet.	VITESSE horizontale.	VITESSE tangentielle.	ÉCART MOYEN en direction.	ÉCART MOYEN en portée.
mèt.			mèt.	secondes.	mètres.	mètres.	mèt.	mèt.
0	0	0	0	0	443,0	443,0	0	53,0
1000	1°50′	2°15′	2,0	2″,80	313,2	313,5	0,70	33,0
2000	4°34′	6°35′	8,0	6″,41	257,7	259,4	1,75	24,5
3000	8°18′	12°25′	23,0	10″,66	224,6	230,0	3,05	24,3
4000	13°15′	20°27′	58	15″,72	192,1	207,7	4,6	36,5
5000	19°50′	30°17′	124	22″,19	154,5	178,8	6,4	55,0
6000	29°33′	42°37′	223	31″,90	113,2	153,5	8,6	81,0

La portée maximum est d'environ 6 400 mètres; les obus cessent de ricocher vers la distance de 4 200 mètres, sous un angle de chute d'environ 23°.

Obus tronconique de 6 livres.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	DÉRIVATION.	DURÉE du trajet.	VITESSE horizontale.	VITESSE tangentielle.	ÉCART MOYEN en direction.	ÉCART MOYEN en portée.
mèt.				secondes.	mètres.	mètres.	mèt.	mèt.
0	0	0	0	0	436,3	436,3	0	25,0
1000	1°53'	2°14'	1,5	2",76	321,6	321,8	0,9	17,5
2000	4°25'	5°30'	5,7	6",21	275,0	276,4	1,8	13,0
3000	7°24'	9°17'	12,0	10",07	254,1	257,5	2,8	14,9
4000	10°45'	13°22'	23,0	14",21	243,6	250,4	3,8	19,5
5000	14°30'	17°57'	45	18",65	232,2	244,1	4,9	25,5
6000	18°48'	23°34'	76	23",60	213,4	232,9	6,0	33,0
7000	24°10'	31°13'	114	29",60	184,0	215,1	7,1	42,0
8000	32°9'	42°47'	170	38",25	144,4	196,7	8,4	57,0

La portée maximum est d'environ 8 550 mètres. Les obus cessent de ricocher vers la portée de 6 500 mètres, correspondante à un angle de chute d'environ 28°.

Comparaison des trajectoires. — La comparaison de ces trajectoires entre elles conduit à remarquer d'abord une très-grande analogie entre celles des obus de même forme, chacun des deux obus de 6 livres ayant d'ailleurs une certaine infériorité sur l'obus semblable de 9 livres. Cette infériorité de tension de trajectoire et de justesse s'explique naturellement par le poids moindre du projectile. Elle est moins sensible pour l'obus tronconique que pour l'obus prismatique, ce qui est naturel aussi, puisque ce dernier subit plus fortement l'influence de la résistance de l'air.

L'intérêt principal de cette étude consiste donc à comparer les trajectoires des obus prismatiques à celle des obus tronconiques. Ces dernières se distinguent très-nettement des premières par une tension plus grande, par des angles de chute plus petits et par une meilleure conserva-

tion de la vitesse du projectile. Les obus tronconiques, quoique partant avec une vitesse initiale un peu moindre, ce qui s'explique par une légère différence dans la densité du chargement, prennent la supériorité, sous ces divers rapports, entre 1 000 mètres et 1 200 mètres. Il en résulte que l'étendue de leur zone dangereuse au point de chute est plus grande, que les portées extrêmes sont supérieures de 2 000 mètres à celles des obus prismatiques; enfin qu'ils ricochent, ou du moins sortent encore de leur trou environ 2 000 mètres plus loin que les autres, ce qui augmente d'autant la portée à laquelle ils peuvent encore agir efficacement par leurs éclats avec une fusée convenable.

Les dérivations des obus tronconiques sont beaucoup moindres que celles des obus prismatiques.

Pour la justesse du tir, les obus tronconiques ont sur les obus prismatiques une supériorité, légère au point de vue de la justesse en direction, mais très-marquée pour ce qui concerne la justesse en portée.

Comparaison avec les résultats de la Commission de Châlons. — Il est intéressant de comparer les résultats constatés par la Commission de Calais avec ceux qu'a obtenus la commission de Châlons, en 1868, et de faire ainsi ressortir les modifications que l'adoption du chargement par la culasse a introduites dans le tir des canons Whitworth.

Les canons tirés à Châlons étaient du calibre de 10 livres et de 3 livres ; nous prendrons pour terme de comparaison le canon de 10 livres.

Le vent des projectiles était de 1^{mm}; la charge était de $0^{k},680$ de poudre R. L. G., soit $\frac{1}{6,7}$ du poids du projectile. Le tracé de la bouche à feu et les formes des projectiles étaient tout à fait analogues à ce que nous avons dit pour le canon de 9 livres. Les trajectoires des deux formes d'obus, prismatique et tronconique, sont données dans les

tableaux suivants, extraits du rapport de la Commission de Châlons :

Obus prismatique de 10 livres.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	ORDONNÉE maximum.	DURÉE du trajet.	VITESSE horizontale.	VITESSE tangentielle.	ÉCART MOYEN en direction.	ÉCART MOYEN en portée.
mèt.			mèt.	secondes.	mètres.	mètres.	mèt.	mèt.
0	0	0	0	0	371,5	371,5	0	»
1000	2°15′	2°33′	10,4	2″,89	307,6	307,9	0,44	»
2000	5°20′	7°24′	55	6″,67	233,1	235,1	1,06	44,2
3000	10°1′	16°21′	171	11″,70	178,8	186,3	1,99	83,2
4000	17°27′	30°54′	434	18″,45	139,4	162,5	3,43	137,9
5000	»	»	»	»	»	»	»	»

Les nombres relatifs à la portée de 5 000 mètres n'ont pas été calculés; les dérivations n'ont pas été compensées. La portée maximum est d'environ 5 400 mètres. Les obus cessent de ricocher vers 4 000 mètres, sous un angle de chute d'environ 31°.

Obus tronconique de 10 livres.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	ORDONNÉE maximum.	DURÉE du trajet.	VITESSE horizontale.	VITESSE tangentielle.	ÉCART MOYEN en direction.	ÉCART MOYEN en portée.
mèt.			mèt.	secondes.	mètres.	mètres.	mèt.	mèt.
0	0	0	0	0	361,0	361,0	0	»
1000	2°25′	2°40′	11,1	3″,01	311,1	311,4	1,26	41,4
2000	5°20′	6°16′	51	6″,42	280,4	282,1	2,76	60,9
3000	8°46′	10°41′	130	10″,20	259,1	263,8	4,54	80,4
4000	12°45′	15°53′	258	14″,35	242,7	252,4	6,59	100,8
5000	17°25′	21°51′	454	18″,97	228,8	246,5	8,94	119,5
6000	23°6′	28°48′	748	24″,27	215,1	245,5	11,73	138,8
7000	30°51′	37°41′	1232	31″,02	197,8	250,0	15,33	158,5

Les dérivations n'ont pas été compensées; la portée extrême est d'environ 7 800 mètres; les projectiles cessent de ricocher vers la portée de 4 500 mètres, correspondante à un angle de chute d'environ 19°.

En comparant ces résultats à ceux obtenus à Calais pour le canon de 9 livres, on peut formuler les conclusions suivantes :

En adoptant le chargement par la culasse, M. Whitworth s'est donné la possibilité de réduire le vent du projectile, et d'augmenter la charge par la construction d'une chambre à poudre d'un diamètre supérieur à celui de l'âme. Le vent des projectiles a été en effet réduit de 1^{mm} à $0^{mm},5$. La charge a été portée de $\frac{1}{6,7}$ à $\frac{1}{4}$ du poids du projectile.

Comme conséquence, la vitesse initiale a augmenté de 90 mètres en moyenne pour les deux formes d'obus ; la tension de la trajectoire a été notablement accrue ; les portées extrêmes ont été reculées de 1 150 mètres pour une forme d'obus, et de 1 500 mètres pour l'autre.

La justesse en direction est restée à peu près la même pour les obus prismatiques, mais elle a doublé pour les obus tronconiques. La justesse en portée est devenue à peu près quatre fois plus grande pour les obus prismatiques et environ cinq fois plus grande pour les obus tronconiques.

Tir d'obus chargés. — Avant d'exécuter le tir des obus chargés sur la plage, on en a fait éclater trois de chaque forme et de chaque calibre dans l'abri, afin de se rendre compte de la manière dont se fragmentent les projectiles. Les éclatements ont été très-bons et ont paru être indépendants de la forme du culot.

Le nombre moyen des éclats fournis par un projectile de 9 livres est de 45, dont 3 compris entre 500 gr. et 200 gr.
10 id. 200 gr. et 100 gr.
15 id. 100 gr. et 50 gr.
17 id. 50 gr. et 0 gr.

Le nombre moyen des éclats fournis par un projectile de 6 livres est de 30, dont 9 entre 200 gr. et 100 gr.
9 entre 100 gr. et 50 gr.
12 entre 50 gr. et 0 gr.

Sur la plage on n'a tiré, comme obus chargés, que des obus prismatiques. On en a tiré 5 de chaque calibre, à chacune des distances de 3 800 mètres et 2 000 mètres. On avait disposé, pour recevoir les éclats, deux rangées de panneaux espacées de 40 mètres, ayant chacune 40 mètres de largeur et $2^{m},50$ de hauteur.

Les résultats du tir à 3 800 mètres ont été à peu près nuls, huit obus sur dix ayant éclaté dans leur trou avant d'avoir eu le temps de sortir du sable.

Les résultats du tir à 2 000 mètres ont été médiocres pour les obus de 6 livres, qui n'ont mis que 14 éclats dans les panneaux, et bons pour les obus de 9 livres, qui y ont mis 71 éclats.

Tir d'obus à balles. — On a tiré dix obus à balles de chaque calibre, à chacune des distances de 3 500 mètres et de 2 000 mètres, sur les deux rangées de panneaux, disposées comme pour le tir précédent. La trajectoire des obus à balles, jusqu'à 3 500 mètres, a paru être sensiblement la même que celle des obus ordinaires à culot prismatique. Les résultats de tir ont été médiocres pour les deux calibres à la distance de 3 500 mètres. Ils ont été médiocres aussi pour l'obus de 9 livres à la distance de 2 000 mètres, mais bons pour les obus de 6 livres, qui ont mis 249 balles ou éclats dans les panneaux, soit 28 en moyenne par obus. En général, la fragmentation de l'obus et la propulsion des balles par la charge placée à l'arrière se font dans de mauvaises conditions. La plupart des capsules en cuivre qui contiennent la charge ont été retrouvées encore pleines de poudre non brûlée ; on a retrouvé aussi un tube central contenant de la poudre intacte. Ce double fait semble indiquer que le feu ne se transmet pas toujours jusqu'à la charge, et que la rupture de l'obus est alors déterminée soit par le choc contre le sol, soit par la très-faible quantité de poudre contenue dans la fusée et dans le tube central.

Fusées. — Sur les 60 fusées percutantes qui ont été

tirées, soit avec des obus ordinaires, soit avec des obus à balles :

51 ont bien éclaté, au premier point de chute ;

2 ont éclaté tardivement, à 50 mètres au delà du point de chute ;

5 ont raté, parmi lesquelles une a éclaté au deuxième point de chute ;

2 ont éclaté dans l'âme ou au sortir de la bouche à feu.

Tir des boîtes à mitraille. — On a tiré des boîtes à mitraille, avec chacun des deux calibres, aux distances de 200 mètres, 400 mètres, 600 mètres et 800 mètres, sur des panneaux disposés comme il a déjà été dit.

La proportion des balles mises dans les panneaux a été :

A 200 mètres,	70 pour 100 avec le canon de 6 livres.
	88 pour 100 avec le canon de 9 livres.
A 400 mètres,	61 pour 100 avec le canon de 6 livres.
	52 pour 100 avec le canon de 9 livres.
A 600 mètres,	28 pour 100 avec le canon de 6 livres.
	13 pour 100 avec le canon de 9 livres.

A cette dernière distance, le nombre des balles qui traversent les panneaux n'est plus que le $\frac{1}{4}$ environ du nombre total des balles qui les ont touchés.

Dans le tir à 800 mètres, les résultats du tir sur les panneaux ont été à peu près nuls, le vent ayant rejeté les balles en dehors de la largeur du terrain occupé par les panneaux.

On doit faire observer que la Commission n'avait aucun renseignement sur les hausses convenables pour le tir à mitraille aux diverses distances. Il est probable que les résultats obtenus par un tir de 7 coups, en moyenne, se sont ressentis de cette incertitude et sont inférieurs à ceux sur lesquels on pourrait compter, avec un peu de pratique.

RESULTATS DES EXPÉRIENCES SUR LE MATÉRIEL.

Résistance des canons. — Les deux canons essayés ont parfaitement supporté le tir, n'ont rien perdu de leur vitesse initiale et ne portent aucune trace de dégradation à l'intérieur de l'âme. Ce résultat ne prouve d'ailleurs rien, ni pour, ni contre la résistance des canons de M. Whitworth ; car les nombres des coups tirés, c'est-à-dire 446 pour le canon de 6 livres, et 507 pour le canon de 9 livres, sont tout à fait insuffisants pour permettre d'apprécier la résistance d'un canon en acier.

Obturateurs et plaques d'appui. — Les anneaux Broadwell en acier, malgré la précaution que l'on a prise de les nettoyer avec la spatule après chaque coup, n'ont pas fourni une bonne obturation. Il s'est produit, dès la première séance de tir, et constamment depuis, de légères fuites de gaz qui ont déterminé à la longue de sérieuses détériorations. La Commission possédait deux obturateurs et deux plaques d'appui pour chaque calibre. Tous ces organes ont été mis entièrement hors de service dans le tir, et, de plus, le corps du canon lui-même, dans les deux pièces, a été profondément corrodé sur la tranche de culasse, autour du logement de l'obturateur. Les anneaux Broadwell en acier, des canons de M. Whitworth, ont donc présenté les mêmes inconvénients que la Commission a déjà signalés pour les appareils du même genre qu'elle a essayés jusqu'à ce jour. L'obturation est imparfaite ; les fuites de gaz produisent des érosions qui amènent la destruction plus ou moins rapide de l'obturateur et de la surface métallique sur laquelle il prend appui. Si l'on ne s'aperçoit pas à temps de ces érosions, et si l'on n'y remédie pas immédiatement, le corps du canon lui-même se trouve attaqué et compromis.

Or, avec le mode de fermeture de culasse des canons de M. Whitworth, la surveillance des surfaces d'obturation est difficile à exercer, parce qu'une grande partie de ces surfaces reste cachée lorsque le coin est ouvert. Pour les

voir, il faut démonter le levier à déclic et sortir complétement le coin.

Mécanisme de culasse. — La manœuvre du coin de culasse a souvent offert des difficultés. Si l'on ne prend pas de grandes précautions, la partie postérieure du sachet de la gargousse est souvent pincée par la plaque d'appui au moment où l'on referme le coin. On ne peut alors achever de le fermer, et si le sachet se déchire dans les efforts que l'on fait, la poudre se répand dans le mécanisme. Il faut souvent frapper un grand nombre de coups, avec le volant-manivelle, pour que le déclic s'encastre complétement dans son logement. Quelquefois, le levier du déclic est difficile à relever pour ouvrir le coin. D'autres fois, au contraire, il se relève tout seul, par l'effet du coup, et le coin glisse latéralement de manière à ouvrir complétement la culasse. La manœuvre du coin de culasse devenait enfin très-dure lorsqu'il se produisait des grippements entre les érosions de l'obturateur et de la plaque d'appui ; mais ce dernier inconvénient était accidentel et provenait du mauvais état des surfaces d'obturation.

Chargement. — Les opérations du chargement sont nombreuses, et quelques-unes sont d'une exécution assez délicate. Malgré l'emploi du guide-projectile, l'introduction des obus dans la rayure n'est pas facile, et il faut souvent s'y reprendre à plusieurs fois. Cet inconvénient, qui se présente avec les obus ordinaires, est encore plus sensible avec les obus à balles, qui, à cause de leur longueur moindre, basculent à leur sortie du guide avant de prendre la rayure. Malgré l'existence d'une chambre à projectile, lorsque la pièce est encrassée par le tir de quelques coups, il devient souvent nécessaire d'écouvillonner l'âme pour pouvoir y pousser le projectile à fond. Il est indispensable de nettoyer l'obturateur et la plaque d'appui avec la spatule après chaque coup. On a vu enfin que, pour les obus tronconiques, il faut refouler l'obus sur la charge par la bouche du canon.

Affût. — Les deux affûts ont admirablement résisté au tir. Les épreuves auxquelles ils ont été soumis étaient cependant très-dures, non pas à cause du nombre total des coups tirés, mais parce que plus de la moitié de ces coups ont été tirés sous de grands angles, de 20° à 50°, et parce que, dans ce cas, les freins ont toujours été fortement serrés de manière à annuler presque le recul. Sous l'angle de 50° notamment, l'affût de 9 livres n'avait pas le moindre recul ; la réaction du tir donnait simplement lieu à un bond vertical de l'affût d'environ $0^m,2$ de hauteur. Or, depuis le commencement jusqu'à la fin des expériences, aucun des deux affûts n'a subi de dégradations et n'a dû être réparé à l'arsenal, et tous deux sont encore en parfait état de service. On ne peut rien dire de plus concluant en faveur de la résistance des essieux, des flasques, des entretoises, des roues et des divers assemblages. Faisons seulement cette restriction, que nous ne pouvons parler ici que de la résistance au tir, la résistance au roulement n'ayant été l'objet d'aucune expérience.

Appareil de pointage. — Comme solidité, l'appareil de pointage des affûts de M. Whitworth ne laisse rien à désirer. L'amplitude des angles extrêmes et la continuité avec laquelle le pointage peut s'opérer entre ces angles, sont également suffisantes pour chacun des deux affûts. Le changement de position de la bielle dans le levier à fourche se fait rapidement et facilement ; mais l'articulation de la culasse à la bielle présente des inconvénients. A partir de l'angle de 12°, il faut à chaque coup remonter la vis de pointage, afin de relever la culasse pour pouvoir manœuvrer le coin. Sous les grands angles, il ne suffit plus de remonter la vis de pointage : il faut changer la bielle de position dans le levier à fourche, pour pouvoir charger et pointer en direction ; il faut ensuite changer une seconde fois la position de la bielle, pour revenir à l'angle de tir. Ces mouvements font perdre beaucoup de temps et compliquent encore les opérations, déjà si longues, du chargement et du nettoyage de l'obturateur.

Recul et freins de recul. — Les reculs de l'affût, lorsque les freins ne sont pas serrés, sont considérables sur une plate-forme sèche en bois. Le recul maximum paraît se produire entre les angles de 15° et de 25°. Sous l'angle de tir de 25°, ce recul a été de :

$7^m,8$ pour l'affût de 9 livres,

$6^m,8$ pour l'affût de 6 livres.

En serrant les freins à la main, le recul dans les mêmes conditions a été réduit à :

$4^m,8$ pour l'affût de 9 livres,

$4^m,3$ pour l'affût de 6 livres.

On peut alors remettre la pièce en batterie sans desserrer les freins et sans aucune difficulté. Le recul, dans ce cas, s'opère encore tout entier par roulement.

En serrant les freins aussi fortement que possible, à coups de maillet ou avec des leviers en fer passés dans l'œil des manivelles, le recul, dans les mêmes conditions de tir, a été réduit à :

$1^m,2$ pour l'affût de 9 livres,

$0^m,8$ pour l'affût de 6 livres.

Le recul s'opère alors de la manière suivante : $\frac{1}{4}$ par glissement sur la plate-forme, et $\frac{3}{4}$ par roulement. Cette proportion suffit pour que ce ne soit pas toujours la même partie de la roue qui supporte l'effort. Il est nécessaire de desserrer les freins quand on veut ramener la pièce en batterie; mais on peut ne faire cette opération qu'après un certain nombre de coups, suivant l'étendue de terrain dont on dispose.

Sur le sable de la plage, les reculs ont été naturellement beaucoup moindres. Sous l'angle de 11°, avec les roues libres, le recul a été de :

$1^m,9$ pour l'affût de 9 livres,

$1^m,5$ pour l'affût de 6 livres.

Avec les freins fortement serrés à coups de maillet, le

recul sur le sable est réduit à $0^m,5$ environ pour chaque affût.

Dans divers tirs, exécutés moitié des coups avec les freins serrés, moitié avec les roues libres, la justesse du canon a paru se maintenir exactement la même.

Pour arriver à cet égard à des conclusions plus précises, on a exécuté un tir sous l'angle de 20° dans les conditions suivantes : 5 coups avec les roues entièrement libres ; 5 coups avec la roue gauche libre et avec la roue droite serrée au refus, afin que l'affût pivote dans le recul autour de la roue droite ; enfin 5 coups avec la roue droite libre et avec la roue gauche serrée, de manière que l'affût pivote dans le recul autour de la roue gauche.

Le mouvement de rotation de l'affût s'est, en effet, produit de manière à écarter à chaque coup le bout de crosse de 1 mètre environ à droite ou à gauche du plan de tir. Et cependant les portées et les dérivations moyennes des trois séries ont été exactement les mêmes. Il semble donc établi que le recul de l'affût, de quelque manière qu'il se produise, n'exerce aucune influence sur le départ du projectile.

Le frein de recul des affûts de M. Whitworth est le seul appareil de cette nature qui ait été essayé jusqu'à présent par la Commission de Calais. On ne peut donc pas formuler sur sa valeur une appréciation comparative, mais on peut dire que, dès aujourd'hui, ce frein se trouve dans des conditions suffisamment simples, pratiques et efficaces pour être employé avantageusement si l'on n'en trouve pas un meilleur.

APPRÉCIATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME.

Nous avons exposé les résultats des divers tirs et résumé les observations qui ont été faites, dans le courant des expériences, sur le fonctionnement des divers organes du matériel. Il nous reste à grouper ces éléments, à les peser et à tirer de ce travail de comparaison une apprécia-

tion de la valeur pratique du système d'artillerie de campagne de M. Whitworth.

Pour simplifier cette étude, nous laisserons désormais de côté le canon de 6 livres, qui est en tous points analogue et un peu inférieur au canon de 9 livres, et nous ne nous occuperons que de ce dernier.

On a vu que, par le fait de l'adoption du chargement par la culasse, M. Whitworth a réalisé de remarquables améliorations dans la tension des trajectoires et dans la justesse du tir. Mais ces améliorations balistiques ont été chèrement payées par la complication et les défauts qui en sont résultés au point de vue du matériel. La question d'obturation n'a été résolue que très-imparfaitement. Les opérations de chargement, d'ouverture et de fermeture du coin, de pointage sous les grands angles, ne présentent ni la simplicité, ni la rapidité que l'on doit exiger dans un canon de campagne. Les surfaces évidées du coin sur chacun de ses flancs, celles des guides de culasse qui portent les adents, se trouvent exposées, sans protection suffisante, à la pluie, à la poussière, et exigent un entretien constant et attentif. Il y a donc lieu de rejeter d'abord, dans le système d'artillerie de M. Whitworth, tout ce qui concerne l'obturation et le mode de fermeture de culasse.

Mais on peut, jusqu'à un certain point, admettre la possibilité d'ajuster à la bouche à feu un obturateur et un mode de fermeture de culasse plus avantageux. Il faut donc poursuivre, au delà de ces accessoires, l'étude du canon de 9 livres, et nous allons dans ce but passer en revue ses divers tirs.

Il n'y a rien à dire de son tir à mitraille; il a été ce que sont les tirs à mitraille de tous les canons de campagne, d'une efficacité bonne jusqu'à 500 mètres, douteuse à 600 mètres, et à peu près nulle au delà.

Le tir des obus à balles n'a eu qu'une efficacité médiocre; le nombre des balles est faible, et les balles sont

petites, à cause du faible diamètre de l'obus. L'éclatement se produit généralement mal, parce que le feu ne se transmet pas jusqu'à la charge de poudre contenue dans le culot. Les fusées n'ont pas bien fonctionné, puisqu'elles ont donné des ratés dans la proportion de 8 p. 100, et surtout des éclatements dans l'âme dans la proportion de 3 p. 100.

Les obus prismatiques ont eu un bon tir, un peu inférieur cependant à celui de plusieurs des bouches à feu récemment expérimentées par la commission. Ainsi, prenons pour terme de comparaison le canon de M. le commandant de Lahitolle. La trajectoire du canon Whitworth de 9 livres se rapproche beaucoup de celle du canon Lahitolle; cependant elle est un peu inférieure à cette dernière sous le rapport de la tension et de la justesse en portée. Elle n'a un léger avantage que sous le rapport de la justesse en direction, qui est relativement peu importante pour un canon de campagne. L'obus prismatique éclate bien, mais sa résistance est insuffisante; car dans le tir avec projectiles lestés, sans charge intérieure, ces obus se sont brisés dans la proportion de 1 sur 5 au point de chute, par suite du choc contre le sol. On se rend compte de cet effet en considérant que leur épaisseur dans les parties les plus faibles, c'est-à-dire au milieu des six pans, n'est que de $12^{mm},7$. Il faudrait augmenter cette épaisseur en réduisant le vide intérieur et la charge d'éclatement, par conséquent en diminuant les bons effets d'éclatement qui ont été constatés.

L'obus prismatique, tiré sans fusée, ricoche jusqu'à 5000 mètres; mais, dans la pratique et avec les fusées présentées par M. Whitworth, dès la portée de 3800 mètres, 8 obus sur 10 éclatent en terre, avant que le projectile ait eu le temps de sortir de son trou. Il faut donc, en réalité, considérer la distance de 3500 mètres comme la portée maximum à laquelle on peut compter encore sur de bons effets d'éclatement.

Ces résultats sont inférieurs à ceux fournis par plusieurs des canons de campagne expérimentés à Calais, avec rayure ordinaire et avec projectiles cylindro-ogivaux à couronnes de cuivre. Il n'y a donc aucun motif de désirer l'adoption de la forme de rayure et de projectile de M. Whitworth, surtout si l'on considère :

1° Que la rayure hexagonale à pas très-court est d'une exécution plus difficile que la rayure ordinaire ;

2° Que les projectiles Whitworth demandent à être rabotés à la machine, sur presque toute leur surface, avec une tolérance de $0^{mm},12$ seulement en plus ou en moins sur chaque face ; tandis que, pour les projectiles cylindro-ogivaux, il ne faut tourner que le logement des couronnes et ces couronnes elles-mêmes à $0^{mm},1$ près.

Il nous reste à parler des obus à culot tronconique. Ici, nous nous trouvons en présence d'un tir extrêmement remarquable, qui peut être considéré comme la réalisation d'un tour de force; car nous ne croyons pas qu'il existe un autre exemple d'un léger canon de campagne lançant, avec la charge du quart, un projectile de 4 kil. à 9 kilomètres de distance avec une grande justesse de tir. Il est vrai qu'au point de vue pratique, l'obus tronconique perd quelque chose des grands avantages que nous lui avons reconnus en faisant l'étude théorique des trajectoires. Ainsi, sa résistance est complétement insuffisante ; car les obus lestés, sans charge intérieure, se sont brisés au point de chute dans la proportion de 4 sur 5. Il faudrait donc augmenter l'épaisseur des parois, qui n'est actuellement que de $12^{mm},0$ dans sa partie la plus faible. Il est probable aussi que la fusée ne permettrait pas de compter sur les ricochets jusqu'à 7 500 mètres, et que les obus éclateraient en terre à des portées beaucoup moindres que cette distance extrême du ricochet, comme cela s'est passé pour les obus prismatiques.

Malgré ces restrictions, l'obus tronconique conserve sur l'obus prismatique une grande supériorité, que nous

avons déjà signalée en faisant la comparaison des trajectoires, mais que nous allons mettre en évidence à un point de vue plus pratique à l'aide de deux tableaux. L'un de ces tableaux donne l'étendue de la zone dangereuse pour l'infanterie ($1^m,80$ de hauteur) au point de chute. L'autre donne le nombre de coups sur 1 000 qui atteindraient, aux diverses distances, une ligne d'infanterie de $1^m,80$ de hauteur. Pour avoir des termes de comparaison nous calculons ces tableaux pour les deux obus du canon Whitworth de 9 livres et pour le canon Lahitolle.

Tableau des zones dangereuses.

DISTANCES.	CANON LAHITOLLE.	CANON WHITWORTH de 9 livres, obus prismatique.	CANON WHITWORTH de 9 livres, obus tronconique.
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
1000	55,[illegible]	49,9	48,3
2000	20,7	18,6	19,6
3000	10,6	10,2	11,6
4000	6,2	5,7	8,0
5000	3,8	3,5	6,8
6000	2,3	2,1	4,5
7000	1,2	»	3,3
8000	»	»	2,3
8950	»	»	1,1

Tableau du nombre de coups sur 1 000 qui atteignent une ligne d'infanterie debout.

DISTANCES.	CANON LAHITOLLE.	CANON WHITWORTH de 9 livres, obus prismatique	CANON WHITWORTH de 9 livres, obus tronconique.
mètres.			
1000	891	599	615
2000	418	319	295
3000	170	169	192
4000	74	74	137
5000	32	32	92
6000	13	11	55
7000	4	»	30
8000	»	»	15
8950	»	»	5

Si, à l'aide de ces tableaux, on compare le canon Lahitolle au canon Whitworth avec obus prismatique, on constate l'analogie des effets produits par les deux bouches à

feu, avec une légère infériorité pour le canon Whitworth. C'est le résultat auquel nous avions déjà été conduit par la comparaison théorique des trajectoires.

Mais si l'on compare les effets produits, d'une part avec l'obus Whitworth prismatique, d'autre part avec l'obus Whitworth tronconique, on voit que ce dernier possède une grande supériorité. On peut donc considérer les trois bouches à feu étudiées dans ces tableaux comme formant les premier, troisième et quatrième termes d'une proportion dans laquelle le deuxième terme serait un canon Lahitolle tirant un obus tronconique, et il est facile d'apprécier ainsi la puissance destructive dont serait doué le tir d'une pareille pièce.

Remarquons, en outre, que ces tableaux ne nous permettent de tenir compte que des effets de choc produits par le projectile avant son explosion. Quant aux effets d'éclatement, ils ne peuvent être que supérieurs pour l'obus tronconique, puisque d'abord sa faculté de ricocher s'étend beaucoup plus loin, et puisque ensuite il conserve beaucoup mieux sa vitesse restante horizontale, qui entre pour une bonne part dans la vitesse des éclats après l'explosion du projectile.

La supériorité des effets du tir des obus tronconiques est assez accusée pour n'être pas négligeable, surtout quand on remarque qu'on peut se la procurer, à peu de frais, par une modification assez légère de la forme de la partie postérieure du projectile. Car il ne s'agit plus ici du système d'artillerie personnel à M. Whitworth, système qui doit être comparé aux autres d'après les résultats de l'obus prismatique; il s'agit d'un simple changement de la forme du culot de l'obus, changement qui sera probablement applicable avec n'importe quel système de bouche à feu.

Il est vrai que plusieurs essais de ce genre, exécutés antérieurement à Calais, n'ont pas réussi; mais on peut espérer que les résultats obtenus avec les canons Whit-

worth donneront des indications utiles, et que de nouvelles expériences, graduées avec méthode, conduiront à une solution satisfaisante de cette importante question.

RÉSUMÉ.

Les deux canons de M. Whitworth ont parfaitement supporté le tir d'environ 500 coups chacun; mais cette épreuve n'est pas suffisante pour qu'on puisse se prononcer avec certitude sur la résistance de l'acier avec lequel ils sont construits.

L'anneau Broadwell en acier, destiné à assurer l'obturation, ne fonctionne que d'une manière imparfaite. Cet anneau et la plaque mobile en acier sur laquelle il prend appui doivent être changés souvent, si l'on ne veut risquer de détériorer et de compromettre le corps de canon lui-même.

L'appareil de fermeture de culasse est sujet à de fréquents dérangements; il n'est pas assez protégé contre les dégradations provenant des influences atmosphériques. Les opérations de chargement sont longues et compliquées. Le système de chargement et de fermeture de culasse doit être considéré, dans son ensemble, comme inadmissible pour un canon de campagne.

Le tir des obus ordinaires à culot prismatique a donné des résultats bons, quoique cependant inférieurs, comme portée et comme justesse, à ceux de plusieurs des bouches à feu expérimentées jusqu'à présent par la Commission.

Le tir des obus à balles a été d'une efficacité peu satisfaisante; les balles sont trop petites et en trop petit nombre; la charge intérieure fonctionne mal.

Les fusées percutantes ont donné une proportion trop grande de ratés et ont occasionné quelques éclatements dans l'âme.

Le tir des obus ordinaires à culot tronconique a fourni des résultats extrêmement remarquables comme tension de trajectoire, justesse de tir et faculté de ricocher.

La résistance de tous les projectiles est insuffisante; beaucoup se brisent sur le sol, sans charge intérieure.

Les affûts ont parfaitement résisté au tir; leurs dispositions paraissent être très-heureusement combinées.

L'appareil de pointage est bon comme solidité et comme amplitude de tir; mais la solidarité de la culasse avec la bielle de pointage entraîne des inconvénients et des retards pour le tir sous des angles supérieurs à 12°.

Les freins sont suffisamment solides et efficaces; ils permettent de réduire, au besoin, le recul de manière à ne pas lui laisser dépasser 1 mètre dans les circonstances les plus défavorables. Leur fonctionnement, même quand ils sont serrés très-inégalement, n'influe en rien sur la justesse de la bouche à feu.

CONCLUSIONS.

Malgré les améliorations remarquables que M. Whitworth a réalisées dans le tir de ses canons, en les transformant de manière à les charger par la culasse, il n'y a pas lieu d'adopter ce système d'artillerie, qui s'est montré un peu inférieur comme tir et très-inférieur comme mécanisme à plusieurs des systèmes déjà expérimentés à Calais. Mais on peut tirer profit des expériences faites sur ces bouches à feu en imitant un grand nombre des dispositions de l'affût, notamment la construction des roues à moyeu métallique, la fabrication de l'essieu et des flasques en acier, le mode d'entretoisement, le système de frein pour limiter le recul. On peut aussi essayer d'imiter la construction des obus à culot tronconique, de manière à acquérir, pour les nouvelles bouches à feu qui seront adoptées, les avantages réels et pratiques qui semblent être la conséquence immédiate de cette transformation de la partie postérieure des projectiles.

Le Chef d'escadron d'artillerie,
A. Mercier,
Membre de la Commission d'expériences de Calais.

EXPÉRIENCES SUR LE BRONZE PHOSPHOREUX

EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION DE BOURGES.

NOTE SUR LES ÉPREUVES DE TIR A OUTRANCE

d'un canon de 4 rayé de campagne en bronze ordinaire, et d'un canon de même modèle en bronze phosphoreux

proposé par M. MONTEFIORE-LÉVY.

La Commission d'expériences de Bourges a exécuté, en 1872, des épreuves de tir à outrance pour comparer la résistance d'un canon de 4 rayé de campagne avec celle d'un canon de même modèle en bronze phosphoreux.

Préliminaires. — La fonderie, pour permettre à la Commission d'exécuter ces expériences, a coulé et fabriqué, en 1872, quatre canons de 4 rayés de campagne, savoir: 2 en bronze ordinaire et 2 en bronze phosphoreux.

Les 2 premiers ont été coulés et fabriqués suivant les procédés ordinaires de l'établissement.

Les deux autres ont été coulés l'un plein et l'autre à noyau. Les moules avaient été faits en terre et séchés suivant les procédés en usage à la fonderie.

Le noyau du 2e de ces canons en bronze phosphoreux se composait d'une barre de fer ronde recouverte d'une couche d'huile et de noir de fumée suivant les prescriptions et sous les yeux de M. Montefiore-Lévy.

Le four à réverbère employé pour la coulée des deux canons en bronze phosphoreux avait été chargé avec 1445k,28 de cuivre, 166k,66 d'étain et 10k,08 de plomb, auxquels on a ajouté, alors qu'ils étaient en fusion, et peu de temps avant la coulée, 200 kil. d'un alliage de bronze phosphoreux fourni par M. Montefiore-Lévy.

Pendant la coulée, le métal a présenté une coloration d'un gris blanc avec reflets bleuâtres, il est sorti du four

à l'état pâteux au commencement et à la fin de l'opération. Pendant les autres opérations de la fabrication, faites du reste comme pour les canons en bronze ordinaire, le métal a présenté une couleur rouge assez foncée et très-uniforme ; il a fait entendre un son aigre sous les couteaux, a peu usé les outils et a présenté un beau poli après le passage de la plane, enfin ses buchilles ont été plus courtes et plus cassantes que celles du bronze ordinaire.

Le canon coulé plein a bien supporté l'épreuve hydraulique à 8 atmosphères et a présenté, après la fabrication, des surfaces très-unies et très-saines.

Quant au canon coulé à noyau [1], il a mal supporté l'épreuve hydraulique : l'eau est sortie par une fissure traversant le tourillon droit ; sa surface, tant intérieure qu'extérieure, présentait du reste de nombreuses soufflures et piqûres. Ces divers défauts pouvant affecter d'une manière notable la résistance de ce canon, on ne l'a point soumis aux épreuves de tir. On a ainsi employé seulement un des canons de 4 rayé de campagne en bronze ordinaire mentionné plus haut et le canon de même modèle coulé plein en bronze phosphoreux.

Ces canons ont été soumis à deux séries d'épreuves de tir :

1° Avec des charges ordinaires de guerre ; 2° avec des charges et des projectiles de poids croissants.

Épreuves au tir ordinaire de guerre. — Ces épreuves ont consisté en un tir de 500 coups à la charge de 500 grammes avec des projectiles lestés à 4 kilogrammes.

---

[1] On a fait faire dans ce canon des coupes longitudinales et des coupes transversales L'examen des divers tronçons ainsi obtenus a fait reconnaître : 1° que la culasse n'avait pas de défauts ; 2° que la volée présentait quelques soufflures et piqûres ; 3° que le 1er et le 2e renfort étaient remplis, tant à la surface que dans l'intérieur du métal, de soufflures si nombreuses, que le tir fait avec une pareille pièce aurait pu présenter de grands dangers et n'aurait donné aucun renseignement concluant sur la valeur du métal. Le canon coulé plein avec le même métal ne présentant pas ces défauts, on a cru devoir les attribuer : 1° aux gaz qui sont toujours adhérents au noyau ; 2° à ceux qui sont produits par l'huile, et 3° au manque de trous d'air pour l'échappement des gaz dans la barre massive qui formait le noyau. On a, par suite, été conduit à penser que l'on doit rejeter le procédé de coulée à noyau, tel qu'il a été exécuté d'après les indications de M. Montefiore-Lévy.

Au commencement et à la fin de cette épreuve, on a mesuré les vitesses des projectiles par 10 coups et leurs portées par 20 coups tirés, moitié sous l'angle de 7°8′, et moitié sous celui de 15°2′.

Les résultats de la mesure des vitesses ont été les suivants :

Canon en bronze ordinaire : V.25 = 351.45 ;	perte de vitesse après 460 coups,	9m,55
Id. phosphoreux : V.25 = 349.98	id.	6 ,48

Les résultats de la mesure des portées sont réunis ci-dessous :

	Sous l'angle de 7°8′ :		
Canon en bronze ordinaire :	P. 2016m,2 ;	perte de portée après 450 coups,	99m,2
Id. phosphoreux :	P. 2027 ,8	id.	95 ,3
	Sous l'angle de 15°2′ :		
Canon en bronze ordinaire :	P. 2997m,6 ;	perte de portée après 450 coups,	62m,7
Id. phosphoreux :	P. 3000 ,4	id.	75 ,0

La comparaison des nombres ci-dessus fait voir que les 2 canons se sont comportés de la même manière au point de vue du tir, soit au commencement de l'épreuve ordinaire, soit à la fin.

Après les 500 premiers coups indiqués ci-dessus, l'augmentation maxima des diamètres intérieurs a été de 2^{mm} pour les rayures et de 3^{mm} pour les cloisons dans le canon en bronze ordinaire, de $1^{mm},5$ pour les premières et de $3^{mm},2$ pour les deuxièmes, dans le canon en bronze phosphoreux.

Les diamètres extérieurs du renfort des pièces ont subi des augmentations allant jusqu'à $0^{mm},8$ dans le canon en bronze ordinaire et jusqu'à $0^{mm},6$ dans le canon en bronze phosphoreux.

Les empreintes du fond de l'âme, prises avec de la gutta-percha, ont montré :

1° Que les canons étaient plus dégradés à la partie inférieure qu'à la partie supérieure ;

2° Qu'il y avait dans chacun d'eux, en avant de l'emplacement de la charge, une dépression de métal à la partie supérieure de l'âme et deux à la partie inférieure, et qu'elles étaient à peu près égales et semblablement placées dans les deux canons ;

3° Que les érosions produites par le passage des gaz autour du projectile s'étendaient sur des portions de l'âme à peu près égales et semblablement placées, mais qu'elles étaient continues dans le canon en bronze phosphoreux et qu'elles laissaient quelques parties intactes dans le canon en bronze ordinaire;

4° Que des affouillements s'étaient produits seulement le long du flanc de chargement dans les rayures supérieures, et qu'ils étaient moins nombreux dans le canon en bronze ordinaire que dans le canon en bronze phosphoreux, qui présentait en outre une fissure de 6^{cm} de long suivant la génératrice supérieure de l'emplacement de la charge.

Épreuves à outrance. — Cette épreuve a consisté en un tir fait avec des poids croissants de poudre et de projectiles jusqu'à éclatement des bouches à feu ou crevassement de leurs parois: tous les cinq coups les poids de la charge de poudre ont augmenté de 250 grammes et ceux des projectiles de 4 kil.

Après avoir tiré une première série de cinq coups à la charge de 1 kil. de poudre, avec un projectile de 8 kil., on a continué à la charge de $1^{k},250$ avec un projectile de 12 kil. Au deuxième coup de cette série, il s'est déclaré 6 fissures longitudinales également espacées sur le renfort du canon en bronze phosphoreux, que l'on a considéré comme hors de service à partir de cet instant. Toutefois, on a continué à le tirer pour voir comment il se comporterait lors de l'éclatement.

Après les deux séries précédentes, l'augmentation des diamètres intérieurs a été de $6^{mm},2$ pour les rayures et de 7^{mm} pour les cloisons dans le canon en bronze ordinaire, et de $3^{mm},2$ pour les premières et 4^{mm} pour les secondes dans le canon en bronze phosphoreux.

Les augmentations maxima des diamètres extérieurs du renfort ont été de $2^{mm},4$ dans le premier de ces canons, et de $1^{mm},5$ dans le deuxième.

Les empreintes de l'intérieur de l'âme, prises avec de la gutta-percha, ont fait voir :

1° Que les deux canons étaient toujours plus dégradés à la partie inférieure de l'âme qu'à la partie supérieure ;

2° Que les trois dépressions de métal observées après les 500 premiers coups n'avaient pas sensiblement augmenté en longueur ;

3° Que les érosions s'étaient un peu étendues en s'accentuant davantage ;

4° Enfin que les affouillements constatés après les 500 premiers coups avaient plus augmenté en profondeur dans le canon en bronze ordinaire que dans le canon en bronze phosphoreux.

Au deuxième coup de la troisième série de l'épreuve à outrance (charge $1^k,500$, projectile 16 kil.), le canon en bronze ordinaire a éclaté, sans prévenir, en quatre morceaux projetés à de faibles distances et à gauche de la ligne de tir (1).

Après le tir de cette série, le canon en bronze phosphoreux présentait un gonflement de l'âme de plus de 7^{mm} et, sur le premier renfort, 12 fissures longitudinales dont une de 2^{mm} de largeur.

Au deuxième coup de la série suivante (charge de $1^k,750$, projectile de 20 kil.), le canon en bronze phosphoreux a éclaté en huit morceaux presque tous projetés à de grandes distances et à gauche de la ligne de tir.

Résumé et conclusions. — En résumé, dans les épreuves au tir ordinaire de guerre:

1° Après les 460 premiers coups, le canon en bronze ordinaire a perdu $9^m,55$ de vitesse et le canon en bronze phosphoreux $6^m,48$;

2° Après 450 coups, dans les tirs à 2000 mètres et à 3000 mètres, le premier de ces canons a perdu $99^m,2$ et $62^m,7$ de portée et le deuxième, $95^m,3$ et 75 mètres;

(1) Il y a peut-être lieu d'attribuer ce résultat, contraire aux idées admises jusqu'ici sur l'éclatement des pièces en bronze, à la substitution de la houille au bois dans la fusion du métal.

3° Après les 500 premiers coups, les augmentations de diamètres intérieurs ont été, dans le premier, de 2^{mm} pour les rayures et de 3^{mm} pour les cloisons; dans le deuxième, de $1^{m},5$ pour les premières et de $3^{mm},2$ pour les secondes;

4° Les augmentations maxima des diamètres extérieurs ont été de même ordre dans les deux canons.

Dans les épreuves de tir à outrance :

1° Le canon en bronze phosphoreux s'est fendu et par suite a été considéré comme hors de service après les huit premiers coups;

2° Le canon en bronze ordinaire a éclaté, sans prévenir, après le douzième coup;

3° Après les dix premiers coups, les dégradations ont été moins considérables dans le deuxième que dans le premier de ces canons.

D'après ce qui précède, on peut conclure:

1° Que la supériorité du bronze phosphoreux sur le bronze ordinaire est très-faible, si toutefois elle existe;

2° Que cette supériorité est du reste largement compensée par l'inconvénient d'introduire dans l'alliage des canons un nouvel élément en quantités très-petites et à dosage très-précis;

3° Que, par suite, il n'y a point lieu de remplacer, dans la fabrication des canons, le bronze ordinaire par le bronze phosphoreux proposé par M. Monteflore-Lévy.

Le Capitaine d'artillerie de la marine,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
REVILLION.

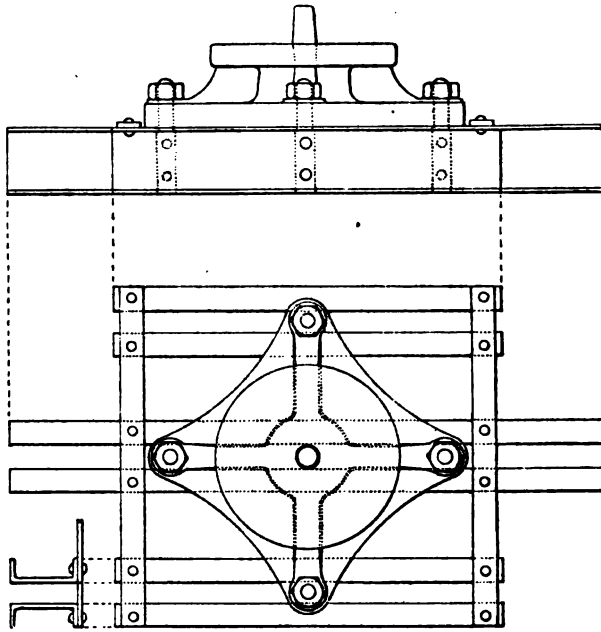
RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Emploi d'un petit châssis métallique et d'une nouvelle voie circulaire en fer à double T, pour les plates-formes de place de l'armement de sûreté. — Le Ministre de la guerre a décidé, à la date du 15 décembre 1873, qu'un petit châssis entièrement construit en fer et en fonte serait adopté, à titre d'essai, pour les plates-formes de place de l'armement de sûreté; il

Petit châssis en fer d'affûts de place (*Essai 1873*).

$\frac{1}{10}$

Élévation.



Plan.

a décidé en outre que la voie circulaire en fer à double T, dont l'emploi est prescrit par la note du 31 mars 1870, serait allongée, pour étendre le champ horizontal de tir jusqu'à 90°.

Le petit châssis se compose de deux parties distinctes :

1° Un cadre formé par trois semelles, une grande et deux petites, assemblées entre elles par deux traverses en fer plat; la grande semelle se compose de deux gîtes en fer en U, jumelés entre eux au moyen de deux pattes à tige qui leur servent d'entretoises; les deux petites ne diffèrent de la grande que par la longueur, et en ce que les deux gîtes ne sont assemblés, dans chacune d'elles, que par une seule patte à tige. Les traverses d'assemblage sont reliées aux gîtes au moyen de douze rivets;

2° Une sellette en fonte, avec cheville-ouvrière, du modèle adopté en 1859 pour l'armement des côtes. Cette sellette repose sur le cadre auquel elle est fixée au moyen des quatre pattes à tige.

La nouvelle voie circulaire se compose d'une seule pièce ou barre, cintrée à chaud, de fer puddlé à double T, dont le profil est compris entre certaines limites, afin que l'on puisse utiliser les types de la fabrication courante des usines.

Le rayon de courbure adopté pour la barre est de $3^m,10$; sa longueur totale développée est fixée à $5^m,60$ (au lieu de 4 mètres). La face supérieure reçoit trois forts coups de pointeau, le premier au milieu de la longueur totale, les deux autres à $0^m,20$ des extrémités; ces trois marques facilitent la mise en place de la voie circulaire lorsqu'on construit la plate-forme.

L'emploi de la voie circulaire et du petit châssis nouveau modèle donne le moyen d'établir les affûts de place en bois, montés sur grand châssis, avec des plates-formes entièrement métalliques.

Le petit châssis doit être placé de manière que la semelle du milieu soit parallèle à l'épaulement, sa surface supérieure étant dans le plan de la plate-forme. Lorsqu'on voudra obtenir tout le champ horizontal de tir qui correspond à la longueur de la voie circulaire, on pourra changer, soit l'emplacement assigné ordinairement au petit

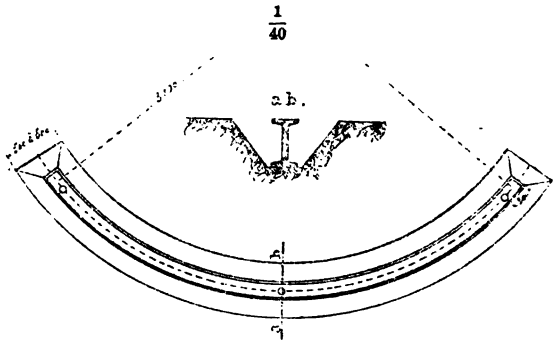
châssis, soit la forme du talus intérieur, en regard de la tête du grand châssis.

Le dessous du petit châssis doit reposer sur une aire résistante ; si la nature du terrain l'exige, on placera, sous les extrémités de la semelle du milieu et perpendiculairement à l'épaulement, des bouts de madriers ou de gîtes de $0^m,60$ à $0^m,80$ de longueur environ.

Le petit châssis est fixé par six piquets en bois ou en fer ; deux d'entre eux sont placés en avant et deux autres en arrière de la semelle du milieu, dans les angles extérieurs formés par la semelle et les traverses ; les deux derniers sont enfoncés contre la face extérieure de la semelle de l'arrière. Le châssis est ensuite entouré de terre bien damée jusqu'à hauteur du dessous de la semelle inférieure de la sellette.

Pour la mise en place de la voie circulaire, on trace sur la partie postérieure de la plate-forme un arc de cer-

Disposition de la voie circulaire avant le remblai de la rigole.



cle de $3^m,10$ de rayon, dont le centre est sur l'axe de la cheville-ouvrière ; puis, on creuse une rigole de $0^m,50$ à $0^m,60$ de largeur, et de 6 mètres au moins de développement ; sa profondeur doit être égale à la hauteur de la voie circulaire, le fond étant bien horizontal et damé avec soin. On met en place la voie circulaire et l'on comble la rigole avec de la terre fortement damée ; on s'assure en-

suite que la voie circulaire n'a pas été dérangée pendant cette opération.

Mise en essai du revolver modèle 1873, dans la cavalerie et l'artillerie. — Le Ministre de la guerre a décidé, à la date du 24 janvier dernier, la mise en expériences, dans les 8e et 12e régiments de cuirassiers, le 18e régiment de dragons, le 11e régiment de chasseurs, les 12e, 14e et 23e régiments d'artillerie, du revolver modèle 1873, adopté pour la gendarmerie. Chacun de ces régiments reçoit, à cet effet, 3 840 cartouches et 24 revolvers ; ceux-ci sont distribués de la manière suivante : dans les régiments de cuirassiers et dans ceux d'artillerie, 12 à des sous-officiers ou brigadiers, et 12 à des hommes ; dans les régiments de dragons et de chasseurs, 16 à des sous-officiers, et 8 à des trompettes.

Ces revolvers doivent être employés dans toutes les circonstances du service et des manœuvres dans lesquelles les hommes sont armés ; ils sont portés chargés, les cartouches sont retirées du barillet après chaque prise d'armes.

Le but des expériences est de faire connaître si le revolver modèle 1873 satisfait à toutes les nécessités des manœuvres et du service, surtout aux différents points de vue de la solidité et de la sûreté du mécanisme, de la facilité d'entretien pour le soldat, de la gravité des dégradations et de la possibilité des réparations par le chef-armurier, enfin, en ce qui concerne les qualités balistiques de l'arme. Les essais s'appliqueront également à la recherche du meilleur mode à employer pour le placement des cartouches dans la giberne et pour le port du revolver, le revolver devant, en principe, être porté par l'homme, afin que ce dernier ne soit pas désarmé, s'il vient à être démonté.

Chaque revolver est accompagné de 160 cartouches, dont 120 destinées au tir pendant les expériences, et 40 devant rester comme approvisionnement pour les besoins

du service. Les 120 cartouches pour expériences sont tirées en dix séances, à raison de 12 à chaque fois, moitié à la distance de 25 mètres, moitié à celle de 50 mètres ; on tire d'abord 6 cartouches à feu intermittent, c'est-à-dire en armant à chaque coup avec le pouce par le chien, et ensuite 6 cartouches à feu roulant, c'est-à-dire en armant par la détente. Le tir s'exécute à pied dans les huit premières séances, et autant que possible à cheval dans les deux dernières, avec des chevaux calmes.

Le revolver modèle 1873 est également mis en expérience à l'École de cavalerie, qui reçoit 50 armes de ce modèle (décision du 23 janvier).

Mise en service, dans l'artillerie, des cibles nouveau modèle. — Les types des trois cibles en fer à employer pour les exercices à feu de l'infanterie ont été fixés par une décision récente du Ministre de la guerre. Conformément à l'avis du président du Comité de l'artillerie, les deux grands modèles seront également mis en service dans les corps de l'artillerie ; la petite cible, destinée aux exercices des tirailleurs, n'a pas paru devoir être adoptée. Les modèles de cibles désormais réglementaires pour les troupes de l'artillerie sont, par conséquent : 1° la cible ronde, de $1^{m},50$ de diamètre ; 2° la cible rectangulaire, de 1 mètre sur 2 mètres. Ces cibles seront construites par les soins du service des forges. Les anciennes cibles ne doivent être réformées qu'au fur et à mesure de leur mise hors de service, et la proportion à observer entre les deux modèles est fixée approximativement à 2/3 pour les cibles rondes, et 1/3 pour les cibles rectangulaires.

De la composition des cadres de l'artillerie dans les différentes armées européennes. (Extrait de la Revue : *Organ des Wiener militär-wissenchaftlichen Vereins.*) — *Temps de paix.* — On admet généralement qu'en temps de paix l'action du commandement est suffisamment assurée quand le nombre des officiers est à celui des hommes de troupe dans la proportion

de 1 à 30 [1]. C'est le chiffre adopté par la plupart des puissances européennes, malgré les différences assez grandes qu'on peut facilement constater, soit dans le caractère national, soit dans la législation militaire de chacune d'elles.

On admet également que les sous-officiers doivent être en nombre suffisant pour n'avoir chacun que dix hommes à instruire et à surveiller. A la vérité, il se trouve assez souvent dans les corps un sous-officier pour huit et même pour six hommes de troupe, mais cela tient ordinairement à ce que quelques-uns de ces derniers ont été détachés pour un service particulier, et surtout à ce que, bien que les effectifs en temps de paix soient souvent très-réduits, il est indispensable pourtant, en prévision de la guerre, de conserver des cadres fortement constitués. C'est en Italie et en Allemagne que le nombre des sous-officiers est relativement le plus considérable.

Temps de guerre. — En campagne, le commandant d'une batterie se préoccupe surtout des considérations d'ordre tactique et laisse le soin de la surveillance directe des pièces et des caissons aux officiers placés sous ses ordres. Ceux-ci sont aidés dans leur tâche multiple par des hommes gradés qui, en raison de l'importance de leurs fonctions, devraient tous avoir rang de sous-officier.

En Autriche, le nombre de ces utiles auxiliaires est fixé de telle façon, qu'indépendamment du sous-officier plus ancien et de classe plus élevée attaché à chaque demi-batterie ou à chaque échelon de voitures, on puisse en placer un dans chaque section de deux pièces ou de deux caissons; en outre, le service de chaque bouche à feu est dirigé par le chef de pièce, qui, dans les autres armées, a rang de sous-officier. Lorsque la batterie est engagée, trois officiers accompagnent le capitaine-commandant : deux d'entre eux surveillent les pièces et le

[1] Russie 1/30, Prusse et Autriche 1/29, Italie 1/27.

troisième dirige les caissons de réserve qui se tiennent à proximité des bouches à feu. Quelque ingrat que soit ce dernier poste, on a jugé indispensable de le confier à un officier, parce que les services que rend une batterie dépendent en grande partie de la manière dont la réserve de munitions est conduite.

En résumé, dans une batterie de 6 (ou de 8) pièces, on compte 5 officiers et 20 (ou 16) sous-officiers.

Le tableau suivant donne une idée de la composition des cadres de l'artillerie dans les différentes armées européennes.

Rapport (p. 100) du nombre des officiers et de celui des sous-officiers à l'effectif des hommes de troupe.

CADRES.			AUTRICHE.	ALLEMAGNE.	RUSSIE.	ITALIE.	BELGIQUE.	FRANCE (1).	ANGLETERRE.	SUISSE.
Artie de campagne.	Officiers.	Pied de paix....	4,1	4,6	3,7	4,4	5,6	4,3	3,9	»
		Pied de guerre..	2,4	3,2	2,6	2,2	»	»	»	4,3
	Sous-officiers.	Pied de paix....	13,4	19,7	10,3	20,7	23,8	23,4	9,1	»
		Pied de guerre..	8,8	12,8	12,0	13,9	»	»	»	17,6
Artillerie de place.	Officiers.	Pied de paix....	4,2	4,8	1,8	5,0	4,7	5,1	3,9	»
		Pied de guerre..	2,5	2,4	1,3	2,1	»	»	»	5,8
	Sous-officiers.	Pied de paix....	16,9	17,9	12,1	21,6	29,9	31,7	8,5	»
		Pied de guerre..	14,1	9,9	13,2	11,6	»	»	»	22,4

Remarque. — Pour obtenir des résultats comparables entre eux en établissant le tableau précédent, on s'est moins attaché à l'identité des titres hiérarchiques qu'à la similitude des fonctions; ainsi les chiffres relatifs aux armées française, belge et italienne comprennent, outre les sous-officiers, les brigadiers (ou caporaux) qui, dans ces armées, sont chargés d'un service réservé à des sous-officiers en Autriche, en Allemagne et en Russie.

---

(1) D'après l'*Instruction sur la composition et le chargement des batteries de campagne*, etc., les indications du journal autrichien doivent être complétées, pour le pied de guerre, ainsi qu'il suit :

	Batterie de 4 :	Batterie de 12 (ou de 7) :
Officiers.....	3,4	2,6
Sous-officiers (et brigadiers)	15	11

École d'application des officiers de l'artillerie et du génie à Berlin (1). — Jusqu'en 1868, les enseignes de l'artillerie et du génie n'étaient pas réunis à ceux des autres armes dans les Écoles de guerre, dont les cours étaient remplacés pour eux par ceux de leur première année d'étude à l'École d'application; ils y restaient ensuite, sans interruption, pendant deux ans en qualité d'officiers. Les cours de cette École duraient ainsi trois années; on suivait, pendant la première, un programme plus technique que dans les Écoles de guerre, et l'on donnait moins de place que dans ces dernières à la partie exclusivement militaire de l'enseignement, et en particulier aux études historiques et tactiques.

A la suite des campagnes de 1864 et de 1866, une modification importante fut apportée au régime jusque-là en vigueur; le cours des enseignes à l'École d'application fut supprimé, et on résolut de les envoyer à l'avenir tous, tant ceux du génie que ceux de l'artillerie, aux Écoles de guerre (2). Après avoir subi, à la sortie de ces dernières, l'examen d'officier, ils sont nommés *officiers de l'armée*, pour compter, en dehors des cadres, dans un corps de leur arme; ils prennent dès lors l'uniforme des officiers de l'artillerie ou du génie, mais ils ne sont définitivement

(1) Cette notice est empruntée, pour la plus grande partie, à la *Rivista Militare* (*Cronaca estera* des 1er et 16 décembre 1873).

(2) Les Écoles de guerre sont au nombre de huit; elles sont établies à Potsdam (1859), Neisse, Erfurt (1859), Engers (1872), Cassel (1867), Hanovre (1867), Anklam (1870), Metz (1871). La durée des études y est de dix mois, du 1er octobre au 31 juillet; huit mois et demi sont consacrés à l'enseignement théorique et six semaines à l'application des connaissances acquises à des buts militaires. A la fin des cours, toute l'École, officiers et élèves, prend part aux grandes manœuvres d'automne du corps d'armée correspondant. (Voir à ce sujet la *Revue militaire suisse*, 19 janvier 1874.)

Le programme de l'enseignement théorique est le suivant :

1° Histoire et art militaire	5 heures par semaine.
2° Artillerie	5
3° Fortification	5
4° Topographie et théorie du dessin	4
5° Dessin topographique	4
6° Règlements et législation militaires	2
7° Style militaire	1
8° Équitation	2
9° Escrime	2
10° Gymnastique	2
	32 heures par semaine.

classés comme tels qu'après avoir passé par l'École d'application.

Les réformes introduites dans l'organisation de celle-ci sont plus radicales pour l'artillerie qu'en ce qui concerne le génie.

Les cours des deux armes sont distincts.

Les élèves du génie, aussitôt après leur sortie des Écoles de guerre, vont à l'École d'application, et y suivent successivement les deux cours, qui sont obligatoires pour tous, et dont la durée totale est d'un an et 9 mois. Le programme des études est le suivant :

Matières enseignées.	Nombre d'heures par semaine	
	1er cours.	2e cours.
Artillerie	2	»
Notions élémentaires de construction.	3	»
Construction	»	10
Topographie (théorie)	1	»
Dessin topographique	»	2
Hydraulique	»	2
Tactique des trois armes	2	»
Histoire militaire	2	»
Mathématiques	8	6
Physique	4	»
Chimie	»	4
Application de la chimie	»	4
Langue française	2	2
Dessin de la fortification	4	4
Dessin d'architecture	2	2
	30	36

Après avoir passé l'examen de sortie, les élèves sont définitivement nommés sous-lieutenants dans l'arme du génie.

Les élèves d'artillerie, au contraire, après avoir suivi les cours de l'École de guerre, retournent dans leur régiment où ils sont nommés sous-lieutenants, et ce n'est qu'après y avoir fait le service pendant deux ans qu'ils

sont envoyés à l'École d'application, où la plupart ne doivent rester qu'un an. Ils suivent tous le premier cours, et, s'ils réussissent dans leurs examens, sont définitivement nommés sous-lieutenants d'artillerie. L'enseignement mathématique est, dans ce premier cours, très-réduit : les calculs différentiel et intégral en sont bannis, et par conséquent toutes les études mathématiques d'un ordre supérieur [1]. On autorise ceux qui échouent à un premier examen à se présenter de nouveau l'année suivante, soit après avoir étudié au régiment, soit même après avoir fait une année supplémentaire à l'École. Si un officier n'est pas admis à cette seconde épreuve, il est renvoyé dans son régiment, où il sert comme officier à la suite ; puis il est placé dans la ligne, lorsqu'une vacance se présente.

Dans le but de donner une instruction spéciale plus complète aux officiers qui montrent l'aptitude nécessaire, on en maintient chaque année 30 à l'École, d'après les propositions faites par le conseil des études. Ceux-ci suivent un second cours de 9 mois, désigné sous le nom de *Selecta ;* ils passent ensuite un nouvel examen et rentrent alors à leurs régiments.

Le programme des études pour le 1er cours d'artillerie et le cours *Selecta* est le suivant :

Matières enseignées.	Nombre d'heures par semaine	
	1er cours.	Selecta.
Artillerie	6	6
Notions élémentaires de construction.	3	»
Tactique des trois armes	2	»
Histoire militaire	»	3
Mathématiques	8	6
Physique	4	»

[1] Afin de perfectionner l'instruction pratique des officiers d'artillerie, on a établi à Berlin l'*Ecole permanente de tir de l'artillerie*, à laquelle chaque brigade d'artillerie de campagne envoie chaque année un capitaine ou un lieutenant, chaque régiment ou fraction indépendante un sous-officier. La durée des cours y est de 4 1/2 mois. L'École comprend un cadre permanent (1 officier supérieur directeur, 1 adjudant, 4 officiers professeurs, 1 payeur, 1 médecin, 6 sous-officiers et 10 ouvriers), une compagnie d'instruction de l'artillerie à pied (2 officiers, 55 hommes), et une compagnie d'expériences (4 officiers, 126 hommes).

Matières enseignées.	Nombre d'heures par semaine 1er cours.	Selecta.
Chimie	»	4
Applications chimiques	»	4
Langue française	2	2
Hippologie	»	2
Dessin à main levée	2	»
Dessin d'artillerie	5	4
	32	31

L'École d'application de l'artillerie et du génie est placée, comme tous les établissements d'instruction militaire, sous la surveillance d'un inspecteur général duquel relèvent à la fois la *Commission supérieure des études militaires* et la *Commission supérieure des examens militaires.* — Cette École a en outre pour *curateurs* des inspecteurs généraux des deux armes, qui doivent toujours être consultés pour toutes les mesures qui la concernent (1).

Mesures prises en Italie pour combler les vides existant dans les cadres des lieutenants de l'artillerie et du génie. — En exécution de la loi du 20 mars 1873, le Ministre de la guerre a pris un arrêté réglant les conditions du concours ouvert pour l'obtention du grade de lieutenant dans les armes de l'artillerie et du génie. Les candidats doivent être Italiens, âgés de 18 ans au moins et de 26 ans au plus, présenter des garanties suffisantes de moralité et de santé ; ils doivent en outre avoir suivi avec succès les cours de mathématiques dans une université italienne ou dans une

(1) Les officiers d'artillerie peuvent en outre, comme ceux des autres armes, entrer, après 3 ans au moins de service dans leurs régiments, à l'Académie de guerre de Berlin ; la durée des études y est de 3 ans. Cette institution a pour but « d'initier aux connaissances les plus élevées de l'art de la guerre des officiers de toutes armes, capables, désireux de perfectionner leur instruction, et disposés à profiter des cours qui y sont professés par l'aptitude scientifique et militaire qu'ils ont déjà acquise au service ; ils réunissent ainsi les conditions nécessaires pour pouvoir servir dans l'état-major ou dans l'*Adjutantur* (personnel d'officiers de troupe détachés dans les états-majors), et devenir par la suite des commandants de troupe de rang élevé. » — Le séjour à l'Académie ne donne, d'ailleurs, aucun droit : les études qui y sont faites, ont pour but de former des officiers instruits, parmi lesquels le gouvernement peut choisir des sujets capables de remplir des fonctions qui demandent une éducation militaire accomplie ; mais il n'est aucunement tenu d'appeler ces officiers à ces fonctions ; cela dépend absolument des besoins de l'armée et de l'appréciation de l'autorité militaire. (Voir à ce sujet la *Revue militaire de l'Étranger*, numéros des 11 février et 1er mars 1872 et 11 mars 1874.)

école supérieure (nationale ou étrangère). Sont dispensés de tout examen les ingénieurs diplômés, les jeunes gens reçus docteurs (*laureati*) et ceux qui ont étudié pendant un an au moins dans l'une des écoles d'ingénieurs du royaume ou dans un établissement similaire. Les matières dont la connaissance est exigée sont le calcul intégral et la mécanique appliquée.

Tous les candidats, même ceux qui sont dispensés d'examen, avant d'être nommés officiers, doivent servir dans l'artillerie pendant trois mois comme simples soldats, afin que leur aptitude militaire puisse être appréciée. Ceux qui obtiendront le brevet d'officier suivront d'abord un cours préparatoire à l'École d'application de l'artillerie et du génie, et ils y passeront ensuite les deux années d'études réglementaires.

Les militaires en activité de service sont admis à concourir, s'ils remplissent d'ailleurs les conditions exigées.

(Extrait des *Neue Militärische Blätter*, février 1874.)

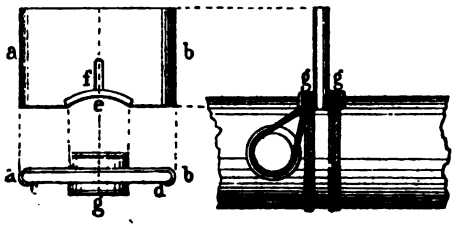
Des plaques de cuirasse en Allemagne. — On avait annoncé à la fin de janvier que les nouvelles fortifications à élever en Allemagne seraient cuirassées au moyen de plaques en fonte durcie (*Hartgussmetall*) fournies par l'usine de M. Gruson, à Buckau, près de Magdebourg. D'après de nouveaux renseignements, il paraît qu'on n'est encore arrivé, sur cette question très-importante, à aucune conclusion définitive. Il est vrai que des plaques de fonte pour le fort de Langlütjensand [1] ont été fabriquées par M. Gruson. La première épreuve avait été peu favorable à ces cuirasses, mais un second essai les a fait considérer comme suffisamment résistantes, trois coups, tirés au même point par un canon de gros calibre, n'y ayant causé aucun dégât.

Beaucoup d'hommes compétents pensent cependant qu'une semblable expérience ne présente pas de garanties

[1] Sur la côte de la mer du Nord, à l'embouchure du Geeste.

suffisantes, et qu'à un quatrième ou cinquième coup, une crevasse se serait très-probablement produite. A cause de la facilité avec laquelle la fonte se fend et donne lieu à des éclats, ils croient qu'on ne pourra avoir de bon revêtement pour les forts qu'en employant des plaques en fer forgé. (*Cronaca militare estera*, 16 février.)

Masque pour protéger les pointeurs. — Le colonel Schmœlzl, dans l'ouvrage qu'il a récemment publié sur l'emploi de l'artillerie pour la défense des places fortes [1], se préoccupe du moyen de protéger efficacement les pointeurs contre la mousqueterie. Le masque qu'il indique comme propre à cet objet se compose d'une plaque d'acier, *a b*, recouvrant un plateau de bois *c d*: à la partie inférieure



se trouve une échancrure circulaire *e* au sommet de laquelle on remarque une fente étroite *f* servant pour le pointage de la pièce. Une embase en fer, de forme cylindrique, s'applique exactement sur la volée et elle est maintenue dans sa position au moyen de jarretières qui embrassent les tourillons et la pièce elle-même. On doit avoir soin, en installant cet appareil, de tourner du côté de l'épaulement le plateau de bois, parce qu'il est destiné à retenir les fragments de balles qui, autrement, pourraient ricocher sur la plaque d'acier et blesser les servants.

Ce masque peut également être employé pour garantir les guetteurs placés dans les observatoires établis sur les remparts ou dans les chemins couverts.

---

[1] *Die Artilleristische Vertheidigung der Festungen* (*De l'Emploi de l'artillerie dans la défense des places fortes*), par Joseph *Schmœlzl*, colonel en retraite de l'armée bavaroise, ancien directeur de l'artillerie de forteresse, p. 92.

Les appareils de ce genre peuvent être maintenus longtemps en service : il suffit de remplacer les plateaux déchiquetés par les balles en ayant soin de redresser les plaques d'acier au marteau.

Exercices de tir à Bâle. — La société de tir aux armes de guerre à Bâle a procédé, le 21 décembre dernier, à des essais de tir aux distances de 600 et de 800 mètres. Trois cibles réglementaires ($1^m,80$ de hauteur sur $2^m,70$ de largeur) étaient disposées l'une derrière l'autre, à 47 mètres d'intervalle, de manière qu'une balle ne pouvait frapper qu'une cible à la fois. La distance était mesurée à partir de la cible du milieu, considérée comme le but véritable. Le temps dont on disposait ne permettant pas de marquer chaque coup en particulier, on réunit des groupes de 5 hommes qui tiraient successivement 5 ou 10 balles. Le temps était favorable, la température douce, mais la fumée gênait souvent le pointage. Les résultats furent les suivants :

A 600 mètres, 43 hommes mirent, sur 430 coups tirés,

dans la 1re cible	151	balles,	soit	35 0/0
id. 2e id.	155	id.	id.	36 0/0
id. 3e id.	54	id.	id.	13 0/0
Total. . .	360			84 0/0

A 800 mètres, 34 hommes mirent, sur 340 coups tirés,

dans la 1re cible	71	balles,	soit	21 0/0
id. 2e id.	70	id.	id.	21 0/0
id. 3e id.	22	id.	id.	6 0/0
Total. . .	163			48 0/0

Ces résultats eussent probablement été plus favorables encore si le tir n'eût pas été le premier de l'année.

(Extrait de la *Revue militaire suisse*, n° 2, 1874.)

État de l'armement de la Suisse à la fin de 1873. — Au 31 octobre 1873, la Suisse possédait 95 000 fusils d'infanterie du dernier modèle adopté (système à répétition Vetterli), 6 800 carabines du même type, 2 200 mousquetons

de cavalerie et 700 revolvers. Dans le courant du mois d'octobre, on avait fabriqué 3000 fusils, 600 carabines, 200 mousquetons de cavalerie et 100 revolvers. Les magasins renfermaient 1 491 852 cartouches; l'approvisionnement normal est fixé au chiffre de 15 280 000 cartouches. (*Neue militärische Blätter*, fév. 1874).

Artillerie néerlandaise. — *Canon rayé en bronze, de 12c court, se chargeant par la culasse.* — Les renseignements contenus dans la livraison du 15 janvier sur la justesse de tir de ce canon doivent être rectifiés comme il suit, d'après une communication adressée par M. C. L. K. Moorees, capitaine de l'artillerie néerlandaise, membre de la Commission d'expériences :

	Angle de tir.	Écarts moyens en portée.	Écarts moyens en direction.
Charge, $1^k,1$.	3°	$9^m,44$	$1^m,43$
	5°	12 ,60	0 ,57
	9°	18 ,40	2 ,26
	16°	28 ,80	3 ,44

Les chiffres donnés dans la livraison du 15 janvier représentent les dimensions des rectangles contenant tous les coups.

Le nombre de coups tirés avec la charge de $0^k,5$ n'a pas été assez grand pour qu'on ait pu calculer exactement les écarts moyens; les rectangles contenant tous les coups sont plus petits que dans le tir, sous les mêmes angles, à la charge de $1^k,1$.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Étude sur la fortification des capitales et l'investissement des camps retranchés, par Brialmont. (Bruxelles, E. Guyot, 1873.)

Le colonel Brialmont vient de publier un nouvel ouvrage dans lequel il recherche le meilleur mode de fortification à appliquer aux capitales. D'après lui, le plus grand danger auquel elles sont exposées est le blocus : comment peut-il s'opérer et comment est-il possible de les y soustraire ? Telle est la question que s'est posée l'auteur.

Il établit d'abord qu'il ne faut fortifier que les capitales situées, comme Paris, Londres, Vienne et Berlin, en des points stratégiques décisifs ; il considère l'importance politique des capitales, ou, ce qui, d'après lui, revient au même, le chiffre élevé de leur population, comme un élément nuisible à leur défense. Il n'admet pas non plus que l'on s'arrête à cette considération que la capitale est le siége du gouvernement : si elle n'est pas fortifiée, le gouvernement l'abandonnera, et se déplacera suivant que les circonstances l'exigeront ; ou mieux encore, il se transportera dans un grand pivot stratégique en dehors du théâtre des opérations. Un pivot de ce genre a été préparé par les Belges à Anvers et par les Hollandais à Amsterdam. Si, au contraire, l'importance stratégique de la capitale est assez grande pour qu'on en fasse un pivot central de défense, elle doit être fortifiée de manière que le blocus en soit *impossible.*

On a cru pendant longtemps que Paris ne pourrait pas être investi : depuis Vauban jusqu'aux créateurs de l'enceinte actuelle, en 1841, et depuis cette dernière époque jusqu'en 1870, on a toujours affirmé que l'armée qui tenterait une pareille opération ne pourrait être suffisamment approvisionnée, et qu'obligée de s'étendre sur une vaste circonférence, elle serait faible partout et facilement battue en détail. L'illusion n'est plus possible depuis que

236000 Prussiens ont vécu pendant quatre mois, sous Paris, à 600 kilomètres de leur base d'opération ; depuis qu'ils ont su occuper une ligne de 83 kilomètres d'étendue et s'y maintenir devant une armée de 380000 hommes.

La seule période critique pour l'assiégeant serait celle pendant laquelle il commence à s'étendre sur le pourtour de la place ; il est alors obligé de présenter le flanc aux troupes concentrées de la défense ; mais dès qu'il est protégé par des lignes retranchées, les sorties deviennent beaucoup plus difficiles et ne peuvent réussir, d'après l'auteur, qu'à la condition d'être combinées avec l'attaque d'une ou plusieurs armées de secours ; une fois l'investissement complet, la tactique raisonnable consiste à frapper sans cesse l'ennemi, tantôt d'un côté tantôt de l'autre.

Le colonel Brialmont entreprend ensuite une étude développée des opérations et des travaux que comporte l'investissement d'une place à camp retranché. Après avoir rappelé les mesures prises pour établir les troupes allemandes dans leurs positions autour de Paris, l'auteur fait remarquer que ce mouvement en éventail aurait présenté de graves dangers s'il y avait eu dans la place une armée capable d'opérer en rase campagne dès le début du siége ; en général, il regarde comme indispensable de faire l'investissement successivement et de proche en proche, afin que les corps en cas d'attaque puissent se soutenir mutuellement. Chaque corps d'armée devra garder un secteur déterminé dont la largeur moyenne serait d'environ 10000 mètres pour les corps les moins exposés et 5000 mètres pour ceux qui le seront le plus : on étendra le cordon dans les parties accidentées et boisées ; on le resserrera dans les parties unies et découvertes : il y aura en moyenne trois hommes par mètre courant dans le premier cas et six hommes dans le second. Cet effectif comprend les troupes qui occupent les avant-postes, les *réserves spéciales* destinées à soutenir ces avant-postes, et la *réserve générale* qui,

en cas d'attaque, a pour mission de contenir l'ennemi jusqu'à l'arrivée des corps voisins.

La première ligne d'investissement, formant *position d'avant-postes* à 2500 mètres environ des forts, sera établie au moyen de tranchées-abris, d'abatis, de réseaux de fil de fer, de clôtures en bois ou en maçonnerie, de maisons crénelées ; elle suffira pour garantir les défenseurs contre les attaques de petits détachements. On y construira des batteries pour pièces de campagne lorsqu'il s'y trouvera des emplacements très-favorables à l'action de l'artillerie. En arrière de cette première ligne, on en créera une seconde, véritable *position de combat*, préparée pour une résistance opiniâtre, et au delà de la portée efficace de l'artillerie de la défense (4000 mètres environ d'après l'auteur). Cette ligne sera constituée comme celle des avant-postes, mais plus fortement : elle comportera une nombreuse artillerie et l'abord en sera rendu aussi difficile que possible. Enfin il pourra être utile, en certains points déterminés, de construire une troisième ligne ou *position de retraite :* c'est ce que fit le cinquième corps prussien qui avait à couvrir Versailles, quartier général de l'armée allemande.

Après ces indications techniques, l'auteur se livre à l'étude des opérations stratégiques auxquelles peut donner lieu le blocus d'une place à camp retranché. Il prend pour exemple Paris qu'il suppose occupé par 200000 hommes et appuyé par trois armées de secours pivotant sur Arras, Rouen et Orléans ; ces trois armées porteraient les forces de la défense à 445000 hommes. Il admet que l'enceinte a 5 kilomètres de rayon et le camp retranché 7 kilomètres de profondeur. D'après ces données, l'attaque devra disposer de 360000 hommes pour l'investissement [illegible]000 autres répartis en quatre armées et cinq corps moins importants destinés à observer les armées de secours. Le point de départ étant ainsi fixé, l'auteur imagine successivement plusieurs hypothèses se prêtant à diverses combinaisons

stratégiques, dont la discussion présente un vif intérêt. Le colonel Brialmont en tire cette conclusion qu'avec des forces même un peu inférieures au double de celles de la défense, on peut investir une place à camp retranché et maintenir l'investissement jusqu'à la fin.

Les considérations qui viennent d'être analysées font prévoir la nature du problème que se pose ensuite l'auteur dans l'étude relative à l'organisation d'un pivot central de défense. Il ne suffit pas que ce pivot soit à l'abri du bombardement ou d'une attaque de vive force, il faut en outre qu'il ait un développement tel, que le blocus présente des difficultés insurmontables. On peut obtenir ce résultat de trois manières : 1° au moyen d'une ceinture de forts assez éloignés pour que l'investissement soit impossible, avec ou sans enceinte de sûreté ; 2° en couvrant la ville d'une ceinture de forts laissant entre eux et la partie habitée une zone libre d'au moins 500 à 600 mètres, et reliés les uns aux autres par des retranchements ; cet ensemble constituerait l'enceinte ou plutôt le *noyau* de la position, en avant duquel seraient établis deux ou trois camps retranchés ; 3° en créant deux ou trois camps retranchés et supprimant toute enceinte.

La première solution, préconisée en Angleterre (1) et par la plupart des ingénieurs français, exige moins d'argent, moins de matériel, moins de troupes ; mais elle offre aussi moins de garanties à la défense, l'attaque pouvant écraser l'armée assiégée dans son camp unique après la chute de deux ou trois forts, et continuer ensuite les cheminements contre l'enceinte de sûreté, ou si cette enceinte n'existait pas, se jeter dans la ville. En outre, l'armée défensive se trouve en contact avec la population et soumise ainsi à une influence souvent pernicieuse. Dans la seconde combinaison, l'enceinte formée par les forts affaiblit aussi la dé-

(1) Le colonel Jervois a proposé d'entourer Londres de 50 forts, occupant une circonférence de 4 lieues de rayon, et le major Palliser d'envelopper cette capitale de 31 ouvrages détachés occupant une ceinture elliptique, dont le grand axe aurait 20 lieues de longueur et le petit axe 10 lieues environ.

fense, si l'esprit de la population est mauvais. Il faut en effet immobiliser en pareil cas une partie des troupes pour s'en assurer la possession contre les ennemis de l'intérieur. On ne saurait admettre une enceinte qu'à la condition de la composer en partie de forts établis de manière à contenir la population et à servir de magasins pour les vivres, les munitions et le matériel.

L'auteur préfère la troisième disposition dans laquelle l'enceinte est complétement supprimée : la ville ne faisant plus partie du système défensif, ne sera pas bombardée après la prise de l'un des camps, car l'ennemi n'aurait aucun intérêt à commettre cet acte de barbarie. Le soulèvement ou l'hostilité de la population causerait un danger beaucoup moindre à l'armée de la défense. L'objection que l'ennemi pourra se jeter dans la ville en passant par les intervalles des camps retranchés est inadmissible, puisque les troupes ennemies qui s'aventureraient ainsi seraient ou cernées par des forces supérieures, ou refoulées sur l'un des camps retranchés, ce qui amènerait leur perte ; enfin ce système présente l'avantage de ne mettre aucune entrave au développement de la capitale.

Brialmont expose ensuite un certain nombre de préceptes généraux destinés à servir de guide dans l'établissement des camps retranchés, et il applique ces préceptes à Paris. Les environs de cette place offrent trois zones à occuper : la première entre Louveciennes, Saint-Cyr, Palaiseau, Villeneuve-Saint-Georges et la ligne actuelle des forts du Sud ; la seconde entre Claye, Lagny, Gournay et Sevran ; la troisième entre Frépillon, Écouen, Garges et Sannois. Ces camps formeraient entre eux des rentrants assez prononcés pour qu'il fût impossible à l'ennemi de s'y aventurer. L'investissement d'un pareil ensemble de travaux défensifs serait, d'après l'auteur, absolument impossible, puisque la ligne de contrevallation, supposée à 6000 mètres des forts extérieurs, aurait trente-cinq lieues d'étendue.

Le nouveau livre de Brialmont est d'une lecture attrayante. L'auteur y appuie ses assertions d'exemples tirés des derniers événements, de citations empruntées aux écrits les plus récents : il y donne une nouvelle preuve de sa vaste érudition en touchant avec un égal succès à la fortification, à la stratégie, à l'histoire contemporaine, à la politique, et parfois à la statistique médicale. Cet ouvrage sera lu avec intérêt même par les personnes qui ne s'occupent pas spécialement des questions militaires ; quant à l'homme du métier, son attention se fixera de préférence sur certaines parties que l'auteur s'est plu à traiter avec plus de détails. On signalera, par exemple, le chapitre III tout entier, où les opérations et les travaux de l'investissement sont décrits avec tout le soin qu'on pouvait attendre de la science éprouvée de l'auteur. Ce chapitre peut d'ailleurs n'être considéré que comme la préface de l'ouvrage que le célèbre ingénieur belge promet à ses lecteurs sur l'attaque pied à pied d'un camp retranché.

Le Gérant: CH. NORBERG.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME III.

(OCTOBRE 1873 — MARS 1874.)

Première livraison. — Octobre 1873.

Pages.

Sur le tir plongeant contre les maçonneries exécuté au siége de Strasbourg, par le général de Deckeb, traduit par le capitaine Collet-Meygret. 1

De la tactique des trois armes et des modifications à y apporter, par le capitaine Brackenbury, traduit par le commandant de Grandry 30

Sur l'établissement et l'usage des tables de tir (2e article), par le capitaine Jouffret. 51

Des batteries de côte, par le lieutenant-colonel Hundt, traduit par le capitaine Lefèvre (J. B. V.) 73

Note relative à de nouvelles expériences exécutées à Bourges sur le canon Vavasseur à côtes saillantes et le canon de Woolwich en acier, par le capitaine Godin 81

Renseignements divers. — Questions relatives à la suppression de la schabraque. — Essais à faire sur une garniture de tête, pour cheval de selle, proposée par la Commission spéciale de harnachement. — Fortifications en fer. — Artillerie turque: commande de 500 bouches à feu faite à Essen. — Artillerie anglaise: tableau de l'emploi du temps dans les batteries 89

Notices bibliographiques. 92

2e livraison. — Novembre.

De la tactique des trois armes et des modifications à y apporter (fin), par le capitaine Brackenbury, traduit par le commandant de Grandry 97

L'artillerie à l'Exposition de Vienne. — Matériel Krupp : les canons de 21e et de 15e de siége, par les capitaines Jouart et Huter . . 112

Des effets du tir des batteries allemandes sur les ouvrages défensifs de Paris pendant le siége de 1870-71, par le capitaine Petit . . . 121

Du tir en brèche à grande distance contre des maçonneries couvertes, par le commandant Astier 143

Des batteries de côte, par le lieutenant-colonel Hundt, traduit par le capitaine Lefèvre (J. B. V.) 159
Note sur un nouveau mode de trempe de l'acier et sur la régénération du fer brûlé, par le colonel Caron 172
Notice bibliographique 175

3e livraison. — Décembre.

L'artillerie à l'Exposition de Vienne. Matériel Krupp : canon de 30c 1/2 et obusier de 28c de côte, canon de 26c court de marine, par les capitaines Jouart et Huter 177
Des effets du tir des batteries allemandes sur les ouvrages défensifs de Paris pendant le siége de 1870-71 (suite), par le capitaine Petit 190
Sur l'établissement et l'usage des tables de tir (3e article), par le capitaine Jouffret 208
Des principes à observer pour assurer l'efficacité des projectiles de l'artillerie, par le lieutenant Clayton, de l'artillerie anglaise, traduit par le capitaine de Saint-Périer 228
Des règles à suivre pour la rectification du tir en campagne, par le capitaine Colard 243
Renseignements divers. — Composition des réserves divisionnaires d'infanterie. — Nouvel appareil de pointage Vavasseur. — Approvisionnement des batteries de campagne allemandes. — Artillerie suisse : mise au concours d'un modèle de fusée pour projectiles creux. — Réorganisation de l'artillerie de campagne russe. — Artillerie russe : réorganisation des écoles d'hiver pour la troupe. — Artillerie italienne : budget de 1874. — L'artillerie espagnole en 1873 ; sa réorganisation récente. — Artillerie turque : commande d'armes et de canons 253
Notice bibliographique 265

4e livraison. — Janvier 1874.

Sur l'emploi des nouvelles poudres dans les canons de tous calibres, par le capitaine Castan 273
L'artillerie à l'Exposition de Vienne. — Matériel Krupp, matériel Vavasseur, par les capitaines Jouart et Huter 287
Des effets du tir des batteries allemandes sur les ouvrages défensifs de Paris pendant le siége de 1870-71, par le capitaine Petit (fin). 314
Sur l'établissement et l'usage des tables de tir (4e article), par le capitaine Jouffret 324
Des principes à observer pour assurer l'efficacité des projectiles de l'artillerie, par le lieutenant Clayton, de l'artillerie anglaise, traduit par le capitaine de Saint-Périer (fin) 341
Recherche de la densité réelle de la poudre : Note sur l'emploi du

densimètre à mercure modifié pour les poudres à gros grains, par le capitaine Grosset. 353
Renseignements divers. — Artillerie russe : création de nouveaux parcs de campagne. — Artillerie néerlandaise : canon rayé de 12c court se chargeant par la culasse. — Autriche-Hongrie : organisation des 13mes batteries ; approvisionnement des batteries de campagne autrichiennes. — Armée russe : instruction d'artillerie donnée aux troupes de toutes armes. — Artillerie belge : École de tir de Brasschaet. 359

5e livraison. — Février.

L'artillerie à l'Exposition de Vienne. — Exposition Armstrong, par les capitaines Jouart et Huter 369
Sur l'établissement et l'usage des tables de tir (fin), par le capitaine Jouffret. 386
Artillerie allemande : modifications récemment apportées au matériel. — 1. Équipages de siége. — 2. Affûts en fer, par le capitaine Colard 402
Du métal à canon ; état de la question en Allemagne. — Bronze ou acier, par le major Müller, de l'artillerie allemande, traduit par le capitaine Muzeau. 418
Note sur la mitrailleuse suédoise, système Palmcrantz, expérimentée à Bourges, par le commandant Barbe 429
Renseignements divers. — Dispositions adoptées provisoirement pour le transport des sacs des servants sur les coffres de 12 et pour l'affectation de ces coffres aux munitions du canon de 7. — Manœuvres des pontonniers autrichiens à Linz, en septembre 1873. — Artillerie bavaroise : budget extraordinaire. — Canon de 2 pouces proposé par MM. Baranowski et Broadwell. — Artillerie anglaise : adoption de l'affût Moncrieff. — Mitrailleuse Gatling : épreuves de tir exécutées aux États-Unis. — Armes à répétition, inspection passée dans le canton de Schaffhouse. — Nettoyage des armes à feu au moyen du pétrole 442
Notice bibliographique 459

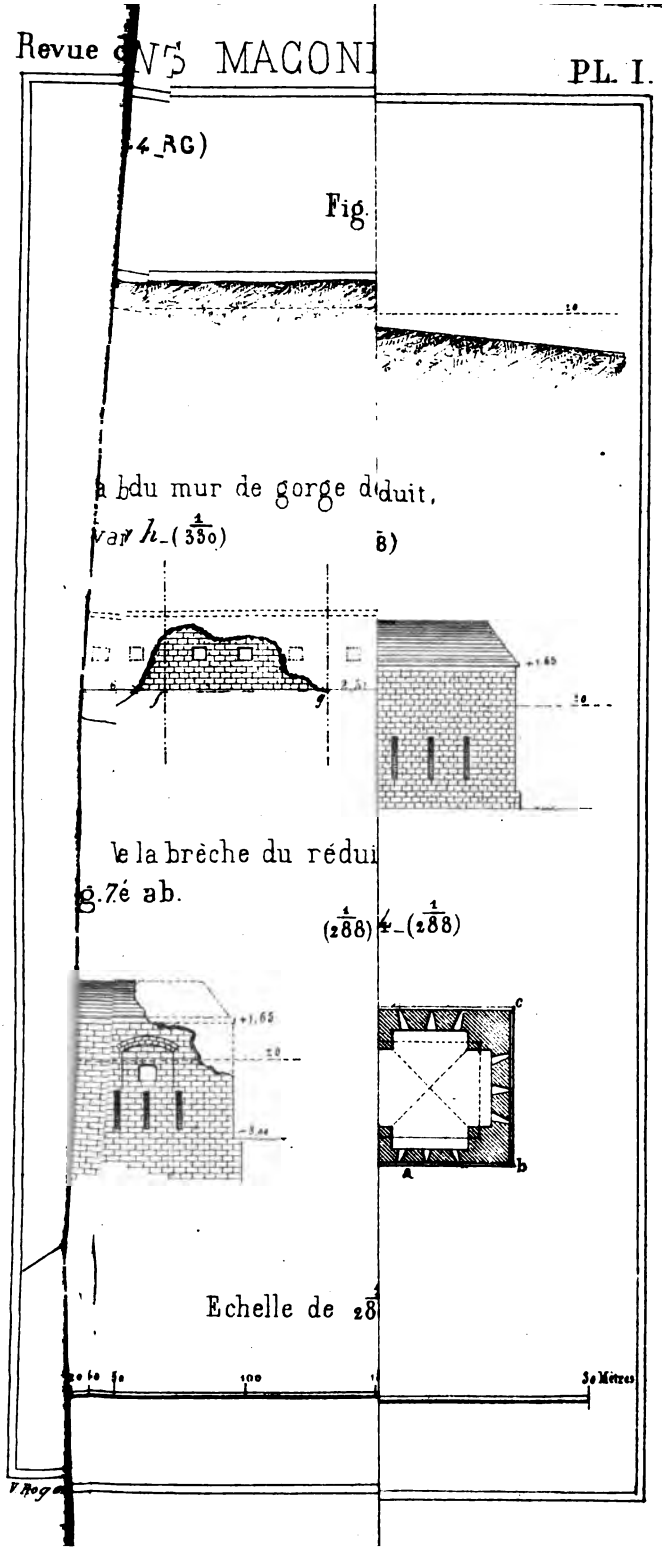
6e livraison. — Mars.

L'artillerie à l'Exposition de Vienne. — Exposition russe, par les capitaines Jouart et Huter 465
Le simulacre de siége de Graudenz en juillet et août 1873, d'après le *Militair-Wochenblatt*, traduit par le capitaine Cahen 481
Des épaulements rapides et de l'approvisionnement des batteries en outils de pionniers, par le capitaine Brunner, du génie autrichien (extrait de la *Revue militaire de Streffleur*) 497

Note relative aux expériences exécutées à Calais sur deux canons Whitworth se chargeant par la culasse, par le commandant Mercier 505
Note relative aux expériences exécutées à Bourges sur le bronze phosphoreux, par le capitaine Révillon 534
Renseignements divers.—Emploi d'un petit châssis métallique et d'une nouvelle voie circulaire en fer à double T pour les plates-formes de place de l'armement de sûreté. — Mise en essai du revolver modèle 1873 dans la cavalerie et l'artillerie. — Mise en serviee dans l'artillerie des cibles nouveau modèle. — De la composition des cadres de l'artillerie dans les différentes armées européennes. — École d'application des officiers de l'artillerie et du génie à Berlin. — Mesures prises en Italie pour combler les vides existant dans les cadres des lieutenants de l'artillerie et du génie. — Des plaques de cuirasse en Allemagne. — Masque pour protéger les pointeurs. — Exercices de tir à Bâle. — État de l'armement en Suisse à la fin de 1873. — Artillerie néerlandaise : canon rayé en bronze de 12c court se chargeant par la culasse 540
Notice bibliographique 555

PLANCHES.

I. II. — Tir plongeant contre les maçonneries.
III. IV. — L'artillerie à l'Exposition de Vienne. Matériel Krupp : canons de 21c et de 15c de siége.
V. VI. VII. — L'artillerie à l'Exposition de Vienne. Matériel Krupp : canon de 30c ½ et obusier de 28c de côte, canon de 26c court de marine.
VIII. IX. — L'artillerie à l'Exposition de Vienne. Matériel Krupp — Canon Vavasseur de 7po.
X. — Effets du tir de l'artillerie contre les ouvrages défensifs de Paris (1870-1871) : brèche du fort d'Issy.
XI. — L'artillerie à l'Exposition de Vienne. Exposition Armstrong.
XII. — Artillerie allemande : affûts en fer.
XIII. — Mitrailleuse suédoise, système Palmcrantz.
XIV. — L'artillerie à l'Exposition de Vienne. Exposition russe.
XV. — Simulacre de siége de Graudenz.
XVI. — Canon Whitworth de 9 livres.


4 RC)
Fig.
a b du mur de gorge du
h (1/350)
8)
+1.65
g
le la brèche du réduit
g. 7 é ab.
(1/288)
4 (1/288)
+1.65
c
a
b
Echelle de 1/28
100
30 Mètres

UNIV. OF MICH.